

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»

Навчально-науковий інститут природокористування  
Кафедра екології та технологій захисту навколишнього середовища

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
кваліфікаційної роботи ступеня бакалавра

студентки Зубової Єлизавети Михайлівни  
(ПІБ)  
академічної групи 183-20-1  
(шифр)  
спеціальності «183»Технології захисту навколишнього середовища  
(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою – «Технології захисту навколишнього середовища»

на тему: ”Забезпечення екологічної безпеки населення за фактором шум: на прикладі житлового масиву "Перемога-2" м. Дніпро”  
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка	Підпис
Кваліфікаційної роботи	Яковишина Т.Ф.		
<b>Розділів:</b>			
Теоретичного	Яковишина Т.Ф.		
Практичного	Яковишина Т.Ф.		
Охорона праці	Столбченко О.В.		
Рецензент	Ротт Н.О.		
Нормоконтролер	Грунтова В.Ю.		

Дніпро  
2024

**Міністерство освіти і науки України**  
**Національний технічний університет**  
**«Дніпровська політехніка»**

ЗАТВЕРДЖЕНО:  
 завідувачка кафедри ЕТЗНС  
 доц. Борисовська О.О.  
 «\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 року

**ЗАВДАННЯ**  
**на кваліфікаційну роботу**  
**ступеня бакалавра**

студентці Зубовій Єлизаветі Михайлівні академічної групи 183-20-1  
(прізвище та ініціали) (шифр)  
 спеціальності – 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
(код і назва спеціальності)  
 за освітньо-професійною програмою – Технології захисту навколишнього  
середовища

(офіційна назва)

на тему: Забезпечення екологічної безпеки населення за фактором шум:

(назва за наказом ректора)

на прикладі житлового масиву "Перемога-2" м. Дніпро, затверджену  
 наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 21.05.2024 № 453-с

	Розділ	Зміст	Термін виконання
1	Теоретичний	Обґрунтувати проаналізувати сучасні світові технології шумозахисту сельбищних територій; розрахувати рівень шуму від автомагістралі вул. Набережна Перемоги за методикою Є.П. Самойлюка та ДСТУ-Н Б В.1.1-33:2013; побудувати карту екологічної небезпеки за фактором шум для мешканців житлового масиву «Перемога-2».	21.02.2024- 25.03.2024
2	Практичний	Розрахувати технологічні параметри шумозахисного екрану для акустичного комфорту та підвищення якості життєдіяльності населення	26.03.2024- 27.05.2024
3	Охорона праці	Розробити заходи щодо захисту від шуму та вібрації для працівників	28.05.2024- 23.06.2024

Завдання видано

\_\_\_\_\_  
(підпис керівника)

Яковишина Т.Ф.

(прізвище, ініціали)

Дата видачі 21.02.2024

Дата подання до екзаменаційної комісії 04.07.2024

Прийнято до виконання

\_\_\_\_\_  
(підпис студента)

Зубова Є.М.

(прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 60 с., 25 рис., 6 табл., 4 додатки, 16 літературних джерел.

**Мета роботи:** розробити заходи із шумозахисту щодо забезпечення екологічної безпеки населення за фактором шум для населення житлового масиву «Перемога-2» м. Дніпро.

У вступній частині детально розкрито сутність екологічної небезпеки, яку спричиняє шум для населення прилеглих до автомагістралей житлових кварталів. Сформульовані мета, завдання та практичне значення кваліфікаційної роботи.

В теоретичному розділі проаналізовано сучасні світові технології шумозахисту сельбищних територій з обґрунтуванням найбільш перспективної для умов житлової забудови «Перемога-2»; розраховано рівень шуму від автомагістралі вул. Набережна Перемоги за методикою Є.П. Самойлюка та ДСТУ-Н Б В.1.1-33:2013; побудовано карту екологічної небезпеки за фактором шум для мешканців житлового масиву «Перемога-2».

Практичний розділ містить технологічні параметри шумозахисного екрану, що дозволяє забезпечити акустичний комфорт та підвищити якість життєдіяльності населення.

В третьому розділі представлені заходи щодо захисту від шуму та вібрації для працівників. Наведені розрахунки шумозахисного екрану за допомогою on-Sound Propagation Level Calculator.

У висновках надані результати проведеної роботи згідно поставлених задач щодо стану екологічної небезпеки для житлового масиву «Перемога-2» та параметрів технології шумозахисту населення з використанням екранів.

ШУМ, ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА, ШУМОЗАХИСНИЙ ЕКРАН, МІСТО, ЗАБРУДНЕННЯ, ТЕХНОЛОГІЯ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

## ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ. ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ЗА ФАКТОРОМ ШУМ ДЛЯ НАСЕЛЕННЯ ЖИТЛОВОГО МАСИВУ «ПЕРЕМОГА-2» М. ДНІПРО ТА ШЛЯХИ ЇЇ ЗМЕНШЕННЯ	8
1.1 Шум, як фактор екологічної небезпеки для здоров'я людини	8
1.2 Розрахунок рівня шуму від вул. Набережна Перемоги	11
1.3 Побудова карти шуму житлового масиву «Перемога-2»	20
1.4 Аналіз існуючих заходів шумозахисту житлової забудови	21
1.5 Висновок, постановка мети та завдання	22
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ. ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЇ ШУМОЗАХИСТУ НАСЕЛЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕКРАНІВ	24
2.1 Вибір конструкції та матеріалу шумозахисного екрану	28
2.2 Розрахунок ефективності шумозахисного екрану	33
2.3 Блок-схема технології шумозахисту житлової забудови	37
2.4 Оцінка підвищення рівня екологічної безпеки за фактором шум для населення житлового масиву «Перемога-2»	45
3 ОХОРОНА ПРАЦІ. ЗАХИСТ ВІД ШУМУ ТА ВІБРАЦІЇ	49
3.1 Чим небезпечний виробничий шум для людини	49
3.2 Методи та засоби захисту від шуму	51
3.3 Побудова карти шуму та розрахунок ефективності екрану	53
3.4 Чим небезпечна виробнича вібрація для людини	55
3.5 Методи та засоби захисту від вібрації	57
ВИСНОВКИ	59
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	61
Додаток А. Відгук керівника кваліфікаційної роботи	
Додаток Б. Зовнішня рецензія	

Додаток В. Довідка про результати перевірки на присутність  
запозичень (плагіату)

Додаток Д. Відгуки керівника розділу з ОП та нормоконтролера

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Усе життя людина перебувала у середовищі, де постійно присутні звуки та шум. Під шумом розуміються всі неприємні та небажані звуки та їх комбінації, які заважають нормальному функціонуванню, відпочинку та сприйняттю необхідних звукових сигналів. Шум є однією з форм фізичного (хвильового) забруднення природного середовища, адаптація до якого практично неможлива. Шумове забруднення в містах України досягло такого рівня, що воно вже не може вважатися місцевим, яким його вважали недавно. Зростаюча автомобільна активність переповнила міські дороги, які не розраховані на таке велике навантаження. Найвищі рівні шуму спостерігаються на автомагістралях міста, часто перевищуючи 90-95 дБА і більше.

Відомо вже давно про негативний вплив шуму на життєдіяльність людини. Внаслідок тривалого впливу шуму порушується нормальна функція серцево-судинної і нервової систем, травного та кровотворного апаратів, що може призвести до приглухуватості, прогресування якої може спричинити повну втрату слуху.

Тому досить важливою науково-практичною задачею виступає розробка і впровадження технологій підвищення акустичної безпеки населення житлових масивів з потужною мережею автомагістралей шляхом використання екранування, адже це може виступати передумовою для досягнення сприятливих умов щодо збереження здоров'я населення.

**Мета дослідження** – розробити заходи із шумозахисту щодо забезпечення екологічної безпеки населення за фактором шум для населення житлового масиву «Перемога-2» м. Дніпро.

Для досягнення мети були вирішені наступні **задачі**:

1. Проаналізовано сучасні світові технології шумозахисту сельбищних територій з обґрунтуванням найбільш перспективної для умов житлової забудови «Перемога -2»;
2. Розраховано рівень шуму від автомагістралі вул. Набережна Перемоги

за методикою Є.П.Самойлюка та ДСТУ-Н Б В.1.1-33:2013.

3. Побудовано карту екологічної небезпеки за фактором шум для мешканців житлового масиву «Перемога-2»;

4. Розраховано технологічні параметри шумозахисного екрану, що дозволяє забезпечити акустичний комфорт та підвищити якість життєдіяльності населення.

**Об'єкт дослідження** – екологічна небезпека для мешканців житлового масиву «Перемога-2» за фактором шум від автомагістралі вул. Набережна Перемоги.

**Предмет дослідження** – ефективність технології шумозахисту при використанні шумозахисного екрану для умов житлового масиву «Перемога-2».

**Методи дослідження.** Для досягнення визначеної мети та розв'язання поставлених задач використано теоретичні й розрахункові методи. Серед теоретичних методів використовували методи аналізу і синтезу для узагальнення літературних джерел та виявлення основних напрямків досліджень. Розрахунковий метод було застосовано при визначенні параметрів шумозахисного екрану. В роботі було використано on-line калькулятор для визначення гіперболічного тангенсу та Sound Propagation Level Calculator.

**Практичне значення роботи** полягає в розробці технології шумозахисту шляхом встановлення шумозахисного екрану для умов житлового масиву «Перемога-2» м. Дніпро, спрямованої на забезпечення екологічної безпеки міського населення.

# **РОЗДІЛ 1 ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ЗА ФАКТОРОМ ШУМ ДЛЯ НАСЕЛЕННЯ ЖИТЛОВОГО МАСИВУ «ПЕРЕМОГА-2» м. ДНІПРО ТА ШЛЯХИ ЇЇ ЗМЕНШЕННЯ**

Шум завжди розглядався як менш небезпечний, ніж хімічні або електромагнітні забруднення, і звернення до його впливу на здоров'я людей було недостатнім. Проте, за дослідженнями деяких урядових і неурядових організацій, рівень шуму у європейських містах за останні 20 років збільшився у 10–15 разів. Цей ріст рівня шуму турбує більше половини мешканців міст, що робить його все більш впливовим негативним чинником у житті людей. За останні роки середній рівень шуму від транспорту зрос на 12–14 дБ, а суб'єктивна гучність збільшилася втричі-четверицею. На головних магістралях великих міст рівні шумів перевищують 90 дБ і мають тенденцію зростати щорічно на 0,5 дБ. Шум, що виникає на проїжджій частині магістралей, розповсюджується не лише на магістральні території, але й в глибину житлових зон. Таким чином, найбільший вплив шуму відчутний в частинах кварталів і мікрорайонів, що розташовані вздовж магістралей загальноміського значення. Рівні шуму, зареєстровані в житлових приміщеннях з відкритими вікнами, виявилися лише на 10–15 дБ нижчими, ніж на самій магістралі. [11].

## **1.1 Шум, як фактор екологічної небезпеки для здоров'я людини**

Різноманітний вплив шуму на здоров'я та функціонування людини охоплює порушення щоденної активності і може призвести до тимчасових або постійних проблем зі слухом, починаючи від легких порушень і закінчуючи майже повною глухотою. Шум також може мати шкідливий вплив на організм через інфразвук, спричиняючи психози, галюцинації, зниження працездатності та ризику для серцево-судинної системи. Актуальність дослідження



підтверджується даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, яка визначила шум як другий за важливістю екологічний стресовий фактор щодо впливу на здоров'я населення.

"Акустичне забруднення", характерне для великих міст, скорочує тривалість життя жителів на 10-12 років. Негативний вплив на людину від шуму мегаполісу на 36% більш значущий, ніж від паління тютюну, що в середньому скорочує життя людини на 6-8 років. З фізіологічної точки зору, будь-який небажаний звук, який заважає сприйняттю корисних звуків (людської мови, сигналів тощо), порушує тишу та здійснює шкідливий вплив на людину, може бути названий шумом. Шум може мати як специфічну, так і неспецифічну дію.

Різні рівні шуму впливають на організм людини по-різному. Шум в межах 70-90 дБ, при тривалому впливі, може спричинити захворювання нервової та інших систем організму (неспецифічний вплив), тоді як звуки, що перевищують 100 дБ, можуть призвести до зниження слуху, включаючи глухоту (специфічний вплив). Неспецифічний вплив шуму проявляється у впливі на функції центральної нервової системи, травної системи, серця, судин, збільшуючи вміст в крові гормонів стресу, таких як кортизол, адреналін, норадреналін, навіть під час сну. Тривалий вплив цих гормонів у кровоносній системі збільшує ризик небезпечних для життя фізіологічних проблем [14].

Наприклад, серцево-судинні захворювання можуть розвиватися, якщо людина постійно ночами піддається впливу шуму гучністю 50 дБ або більше, такий як міський шум, який може бути фактором ризику виникнення гіпертонічної та ішемічної хвороби. Низькі рівні шуму, такі як ті, що зустрічаються в міському середовищі, можуть також викликати безсоння або збільшену дратівливість. Дія шуму впливає на функції ендокринної та імунної систем, що може призвести до зниження імунітету до інфекційних хвороб, зниження імунітету до розвитку пухлинних процесів, а також створення сприятливих умов для розвитку алергічних та аутоімунних захворювань. Людина також може скаржитися на нездужання при тривалому впливі шуму від 85-90 дБ, проявами якого можуть бути головна біль, запаморочення, нудота та

надмірна дратівливість.

Під впливом інтенсивного шуму, зокрема високочастотного, в органі слуху відбуваються необоротні зміни, спричинені специфічним впливом шуму. При високих рівнях шуму слухова чутливість зменшується вже протягом 1-2 років, в той час як при середніх рівнях цей ефект проявляється значно пізніше, приблизно через 5-10 років. Таким чином, зниження слуху відбувається поступово, а туговухість розвивається повільно.

Один з ключових методів запобігання втомі від дії шуму полягає в чергуванні робочих і відпочиваючих періодів. Відпочинок може зменшити негативний вплив шуму на продуктивність лише у випадку, якщо його тривалість та частота відповідають умовам, які сприяють найефективнішому відновленню нервових центрів. Особливу важливість для працівників, які працюють у шумному середовищі, має короткочасний відпочинок під час роботи, а також організоване дозвілля поза робочим часом. Для захисту від високочастотного шуму використовують індивідуальні засоби захисту, такі як навушники, вушні протигрибкові ковпачки та інші.

Попередні та періодичні медичні огляди, проведені при вступі на роботу та протягом трудової діяльності, мають вагому роль у запобіганні розвитку шумової патології. Відповідно до вимог Наказу Міністерства охорони здоров'я України від 21.05.2007 р. № 246 "Про затвердження Порядку проведення медичних оглядів працівників певних категорій"[9], такі огляди обов'язкові для осіб, які займаються працею на виробництвах, де рівень шуму перевищує встановлені гранично допустимі значення. Це підтверджується наказом Міністерства охорони здоров'я України від 08.04.2014 р. № 248 "Про затвердження Державних санітарних норм і правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» [12].

Частота проведення періодичних медичних оглядів залежить від рівня шуму. Огляди включають участь спеціалістів у відповідних областях - отоларинголога, невропатолога та терапевта. Один з методів оцінки гостроти

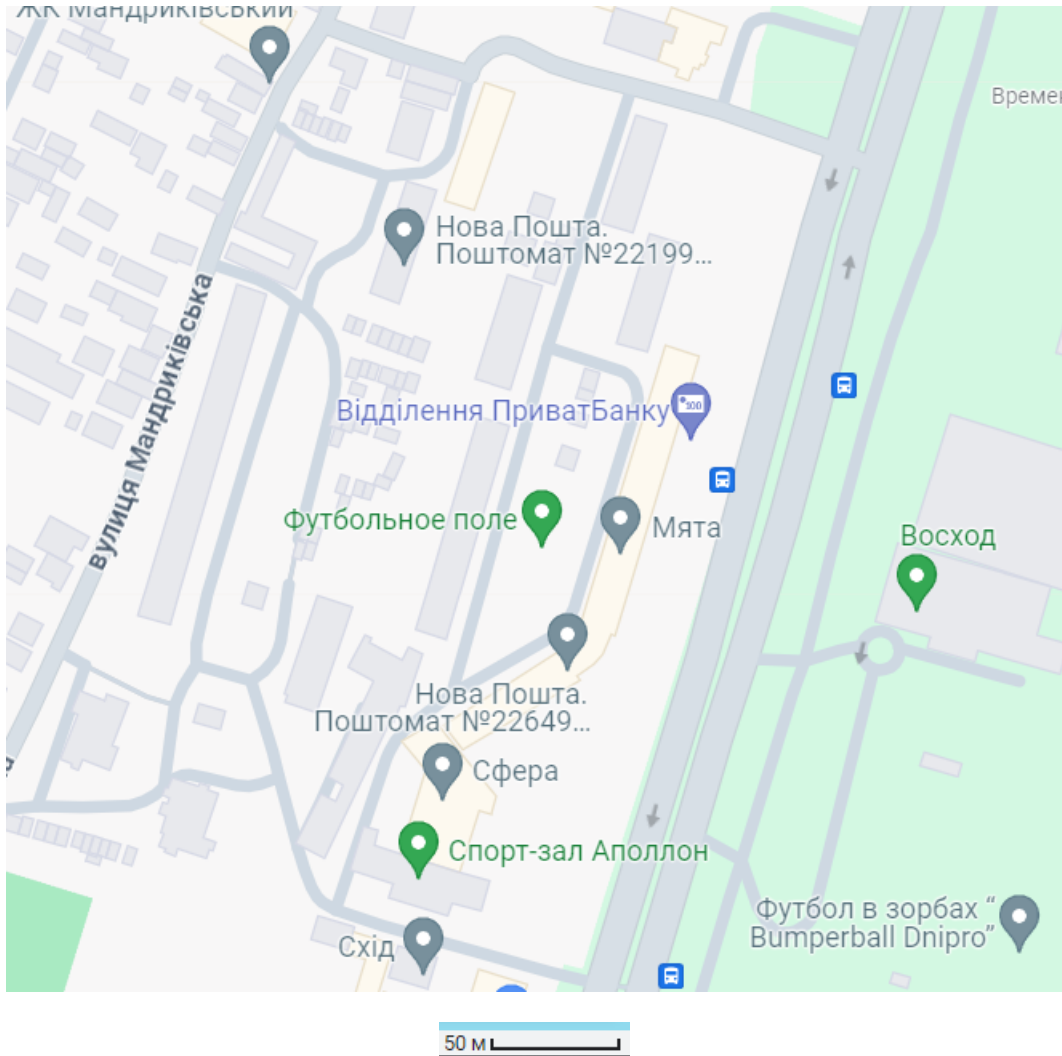
слуху - аудіометрія, яка здійснює вимірювання слухової чутливості до різних частот звукових коливань.

## 1.2 Розрахунок рівня шуму від вул. Набережна Перемоги

Транспорт автомобільний є джерелом забруднення, яке можна знайти не лише на дорогах, але й на житлових вулицях поруч з сільськими та рекреаційними зонами. Шум на вулицях залежить від інтенсивності, швидкості та складу транспортного потоку, а також від планування вулиць та благоустрою, таких як тип покриття доріг та наявність зелених насаджень. Кожен з цих аспектів може змінити рівень шуму на до 10 дБА. Вимірювання рівня шуму на міських дорогах проводяться для контролю відповідності фактичних рівнів шуму стандартам і для розробки заходів щодо зменшення шуму та оцінки їх ефективності. Основне завдання цих вимірювань полягає у визначенні еквівалентного рівня звуку  $L_{A\text{екв}}$  та основних характеристик транспортних потоків, таких як інтенсивність, склад та середня швидкість [7].

Вул. Набережна Перемоги являє собою чотирьох-полосну регульовану магістральну дорогу з роздільною смугою. Вона з'єднує центр міста з житловими масивами «Перемога 1-6», забезпечує сполучення правобережної частини міста з лівобережною через міст на житловий масив «Придніпровськ», а також виїзд транспорту з міста через вул. Космічну та вул. Запорізьке шосе. По вул. Набережна Перемоги ходить громадський автотранспорт, який представлений тролейбусами та автобусами різної місткості. На карті представлена досліджувана ділянка вул. Набережна Перемоги в межах житлового масиву «Перемога 2» (рис. 1.2).

Шумова характеристика транспортних потоків, що включає легкові та вантажні автомобілі, автобуси та тролейбуси, може бути виражена еквівалентним рівнем звуку  $A_E$  на відстані 7,5 м від осі першої смуги руху проїзної частини.



**Рисунок 1.2 – Вул. Набережна Перемоги в межах житлового масиву «Перемога 2»**

Як показали результати досліджень транспортний потік характеризувався наступними показниками:

- загальна кількість одиниць транспорту 1503 шт.;
- швидкість та інтенсивність руху легкових автомобілів та їх модифікацій для перевезу вантажів, а також вантажних автомобілів з дозволеною максимальною масою до 3,5 т. становить 64 од/год. (з 8.00 до 9.00 ранку) та 1356 од/год. (з 17.00 до 18.00);
- швидкість та інтенсивність руху вантажних автомобілів та автобусів з дозволеною максимальною масою до 5 т. включно становить 61 од/год. (з 8.00 до

9.00 ранку) та 83 од/год. (з 17.00 до 18.00);

- швидкість та інтенсивність руху вантажних автомобілів та автобусів з дозволеною максимальною масою від 5 до 12 т. включно, а також тролейбусів становить 43 од/год.( з 8.00 до 9.00 ранку) та 37 од/год. (з 17.00 до 18.00);

- швидкість та інтенсивність руху вантажних автомобілів та автобусів з дозволеною максимальною масою понад 12 т. становить 48 од/год.(з 8.00 до 9.00 ранку) та 27 од/год.(з 17.00 до 18.00).

Кількість одиниць транспорту є усередненою, яку визначали у години пік з 8.00 до 9.00 ранку та з 17.00 до 18.00 по вівторкам та четвергам кожної парної неділі місяця протягом весняного періоду: березень, квітень, травень.



**Рисунок 1.3 – Методи визначення еквівалентних рівнів звуку**

Найпоширеніші методи визначення таких еквівалентних рівнів звуку, включаючи шумову характеристику транспортного потоку, наведені на рис.1.3:

Методика проведення натурних акустичних вимірювань у вигляді схеми представлена на рис 1.4.



**Рисунок 1.4 – Спрощена схема алгоритму проведення акустичного розрахунку транспортного шуму на ділянках вулично-дорожньої мережі**

Дослідження транспортного шуму вимагає одночасного аналізу складу руху, середньої швидкості потоку, постійного моніторингу загального шумового фону та кліматичних умов на місці вимірювань. Вибір ділянок для проведення вимірювань ускладнюється рядом критеріїв, які можуть діяти як окремо, так і у поєднанні, згідно з рисунком 1.5, наведеним нижче. Ці критерії особливо актуальні.



**Рисунок 1.5 – Основні критерії, що ускладнюють вибір ділянки для визначення шумових характеристик транспортного потоку**

При визначенні шумових характеристик транспортного потоку передбачені поправки, що враховують різні стани транспортного потоку та автомобільної дороги:

- кількість автобусів та вантажних автомобілів в потоці;
- різницю між фактичною швидкістю транспортного потоку і швидкістю руху відповідно до показників інтенсивності руху;
- поздовжній ухил проїзної частини;
- покриття проїзної частини (його тип) тощо.

Серед актуальних математичних моделей можна відзначити наступні:

- статистичну модель розрахунку еквівалентного рівня шуму;
- детерміністичну модель формування характеристик шуму.

В дипломній роботі рівень шуму визначали двома способами:

Згідно першого способу розрахунки проводили за формулою (1.1):

$$\Delta L_{A \text{ екв(авто)}} = 44 + 0,26V_{\text{ср.}} + 10Lg(N_3/V_3) + \Delta L_{A \text{ покp}} + \Delta L_{A \text{ ухил}} \quad (1.1)$$

де,  $V_{\text{ср.}}$  – середня швидкість транспортного потоку на перегоні, км/год, яка визначається за формулою:

$$V_{\text{ср.}} = \frac{V_{\text{л}}N_{\text{л}} + V_{\text{вл}}N_{\text{вл}} + V_{\text{вс}}N_{\text{вс}} + V_{\text{вв}}N_{\text{вв}}}{N_{\text{л}} + N_{\text{вл}} + N_{\text{вс}} + N_{\text{вв}}} \quad (1.2)$$

де,  $V_{\text{л}}, N_{\text{л}}$  – відповідно швидкість та інтенсивність руху легкових автомобілів та їх модифікацій для перевозу вантажів, а також вантажних автомобілів з дозволеною максимальною масою до 3,5 т включно, од/год (легкі автомобілі);

$V_{\text{вл}}, N_{\text{вл}}$  – відповідно швидкість та інтенсивність руху вантажних автомобілів та автобусів з дозволеною максимальною масою до 5 т включно, од/год (вантажні легкі автомобілі);

$V_{\text{вс}}, N_{\text{вс}}$  – відповідно швидкість та інтенсивність руху вантажних автомобілів та автобусів з дозволеною максимальною масою від 5 до 12 т включно, а також тролейбусів, од/год (вантажні середні автомобілі);

$V_{\text{вв}}, N_{\text{вв}}$  – відповідно швидкість та інтенсивність руху вантажних автомобілів та автобусів з дозволеною максимальною масою понад 12 т, од/год (вантажні важкі автомобілі);

$N_3$  – зведена (за звуковою енергією) інтенсивність руху в од/год, яка визначається за формулою:

$$N_3 = N_{\text{л}} + 4N_{\text{вл}} + 6N_{\text{вс}} + 8N_{\text{вв}} \quad (1.3)$$

$V_3$  – зведена (відносно швидкості легких автомобілів) середня швидкість транспортного потоку на перегоні, км/год, яка визначається за формулою:

$$V_3 = V_{\text{л}} + 1,14 V_{\text{вл}} + 1,18 V_{\text{вс}} + 1,22 V_{\text{вв}} \quad (1.4)$$

$\Delta L_{A \text{ ухил}}$  – поправка у дБА, що враховує поздовжній ухил вулиці або дороги, яка визначається згідно з табл.1.1 [9].



Таблиця 1.1 – Поздовжній ухил вулиці або дороги

Поздовжній ухил вулиці або дороги, %	Величина поправки $\Delta L_{A \text{ ухил}}$ , дБА				
	Частка засобів вантажного та громадського транспорту в потоці, %				
	0	5	20	40	100
2	0,5	1	1	1,5	1,5
4	1	1,5	2,5	2,5	3
6	1	2,5	3,5	4	5
8	1,5	3,5	4,5	5,5	6,5
10	2	4,5	6	7	8

$\Delta L_{A \text{ покр}}$  – поправка у дБА, що враховує тип покриття проїжджої частини вулиці або дороги, яка визначається згідно з табл. 7.2;

Таблиця 1.2 – Тип покриття проїзної частини вулиці або дороги

Тип покриття проїжджої частини вулиці або дороги	Величина поправки $\Delta L_{A \text{ покр}}$ , дБА
Асфальт	0
Цементобетон	+ 3
Брущатка	+ 5

За другим способом застосовували спрощений метод Є. П. Самойлюка.

Еквівалентний рівень шуму визначають за формулою (4):

$$L_{\text{екв.}} = L_{\text{роз.}} \pm \Sigma \Pi \quad (1.5)$$

де,  $L_{\text{роз.}}$  – розрахунковий рівень шуму, дБ,  $L_{\text{роз.}}$  табл. 1.3, залежно від швидкості руху потоку транспорту й відсотку вантажного і громадського транспорту в потоці;

$\Sigma \Pi$  – сума поправок, беруть з табл. 1.4 і 1.5.

Таблиця 1.3 – Розрахункові рівні шуму, дБ

Середня швидкість руху, км/год	Кількість одиниць вантажного і громадського транспорту в потоці, %								
	100	90	80	70	60	50	40	30	20
30	80,5	79,5	78,5	77,5	76,5	75,5	74,5	73,5	72,5
40	82,0	81,0	81,0	79,0	78,0	77,0	76,0	75,0	74,0
50	73,5	82,5	81,5	80,5	79,5	78,5	77,5	76,5	75,5
60	85,0	84,0	83,0	82,0	81,0	80,0	79,0	78,0	77,0
70	87,5	86,5	84,5	83,5	82,5	81,5	80,5	79,5	78,5
80	88,0	87,0	86,0	85,0	84,0	83,0	82,0	81,0	80,0
90	89,5	88,5	87,5	86,5	85,5	84,5	83,5	82,5	81,5
100	91,0	90,0	89,0	88,0	87,0	86,0	85,0	84,0	83,0
110	92,5	91,5	90,5	89,5	88,5	87,5	86,5	85,5	84,5

Таблиця 1.4 – Поправка в дБ на інтенсивність руху

Інтенсивність руху автомобілів за годину	100	200	300	500	700	1000	2000	3000	4000
Величина поправки	-10,0	-7,5	-5,5	-3,0	-1,5	±0,0	+1,5	+2,0	+2,5

Нижче наведено розрахунки еквівалентного рівня шуму по вул. Набережна Перемога для житлового масиву «Перемога 2».

Таблиця 1.5– Інші поправки

Найменування поправок	Поправки в дБ
На кожні 2% поздовжнього нахилу проїжджої частини	+1
На кожні 10% автомобілів з дизельним двигуном	+1
На наявність трамвая	+3
На тип дорожнього покриття:	
асфальтобетон	0
бетон	+2
бруківка	+4

Розрахункові дані:

N		1503 од.	
$V_L$	64	$N_L$	1356
$V_{ВЛ}$	61	$N_{ВЛ}$	83
$V_{ВС}$	43	$N_{ВС}$	37
$V_{ВВ}$	48	$N_{ВВ}$	27

Перший спосіб:

$$N_3 = N_L + 4N_{ВЛ} + 6N_{ВС} + 8N_{ВВ} = 1356 + 4 \cdot 83 + 6 \cdot 37 + 8 \cdot 27 = 2126 \text{ од/год};$$

$$V_{\text{ср.}} = \frac{V_L N_L + V_{ВЛ} N_{ВЛ} + V_{ВС} N_{ВС} + V_{ВВ} N_{ВВ}}{N_L + N_{ВЛ} + N_{ВС} + N_{ВВ}} = \frac{64 \cdot 1356 + 61 \cdot 83 + 43 \cdot 37 + 48 \cdot 27}{1503} = \frac{94739}{1503}$$

=63,03км/год;

$$V_3 = V_L + 1,14 V_{ВЛ} + 1,18 V_{ВС} + 1,22 V_{ВВ} = 64 + 1,14 \cdot 61 + 1,18 \cdot 43 + 1,22 \cdot 48 = 242,93$$

км/год;

$$\Delta L_{\text{А екв(авто)}} = 44 + 0,26 V_{\text{ср.}} + 10 Lg(N_3/V_3) + \Delta L_{\text{А покр}} + \Delta L_{\text{А ухил}}$$

$$= 44 + 0,26 \cdot 63,03 + 10 Lg(2126/242,93) + 0 + 0 = 69,81 \approx 70 \text{ дБА.}$$

Другий спосіб:

$$83+37+27=147;$$

$$\frac{147}{X} = \frac{1503}{100};$$

$$X=9,78 \approx 10.$$

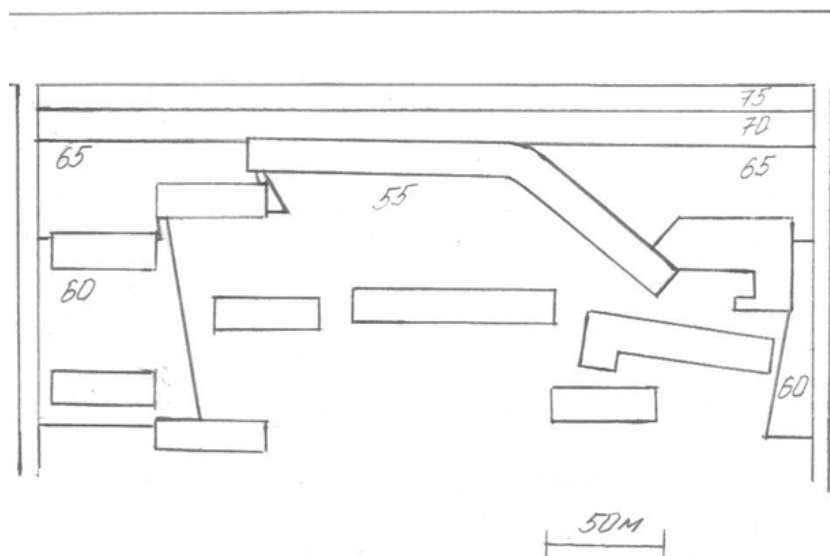
$$L_{\text{роз.}}=76 \text{ дБА};$$

$$L_{\text{екв.}} = L_{\text{роз.}} \pm \Sigma\Pi = 76 + 1,5 + 1 = 78,5 \text{ дБА}.$$

Розрахований рівень шуму, як за першим так і за другим способом, перевищує санітарно-гігієнічні норми.

### 1.3 Побудова карти шуму житлового масиву «Перемога-2»

Карта шуму використовує колірну шкалу для позначення рівня шуму на основі типів зонування за перебільшенням нормативних значень. Розміри точкових значків на карті вказують на рівень звуку у контрольних точках на місцевості. Карта шуму включає інформацію про зони акустичного комфорту і дискомфорту, що допомагає зрозуміти рівень шуму на території. Зона акустичного комфорту починається з 55 дБА, все що вище відповідає акустичному дискомфорту і становить екологічну небезпеку для мешканців житлового масиву «Перемога-2» (рис. 1.3).



**Рисунок 1.3 – Карта-схема розповсюдження шуму на житловому масиві «Перемога-2» від вул. Набережна Перемоги**

Графічне зображення точок із однаковими характеристиками дозволяє наочно відобразити рівень шуму на території. В першу чергу потерпає житловий будинок який виходить на червону лінію. Будинки які знаходяться в середині житлового кварталу знаходяться в зоні акустичного комфорту.

#### **1.4 Аналіз існуючих заходів шумозахисту житлової забудови**

Транспортний шум виникає внаслідок взаємодії транспортних потоків і автомобільних доріг. Щоб забезпечити акустичний комфорт у житлових районах, розробляються заходи в трьох напрямках:

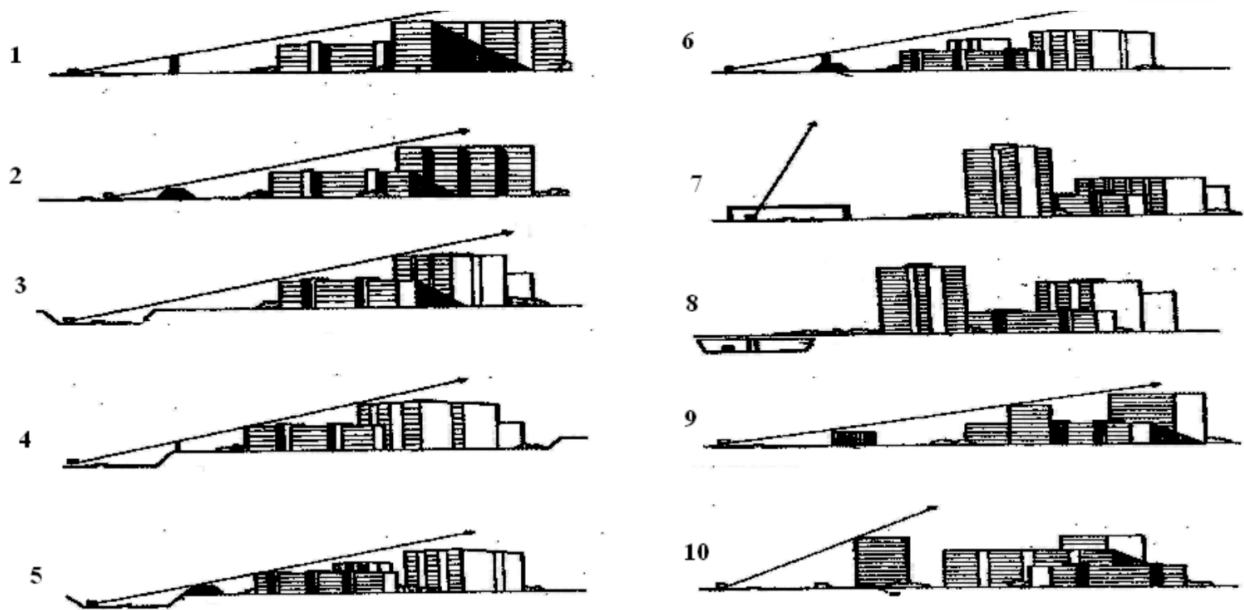
1) Зменшення шуму в джерелі його утворення, що означає зниження рівня шуму, що виробляють автомобілі. Однак, через високі темпи автомобілізації, сама дорога стає джерелом шуму. Тому важливо пов'язувати управління шумом з рівнем звуку на дорозі.

2) Зменшення шуму на шляху його поширення від джерела до житлових зон. Це може включати зниження швидкостей автомобілів у населених пунктах, оптимізацію перехресть та розташування їх, поділ потоків автомобілів по рівнобіжних маршрутах та забезпечення сталої швидкості руху без зупинок.

3) Зменшення шуму в житлових зонах. Це може включати використання спеціальних дорожніх покриттів, що мінімізують шум, і проектування дорожніх умов у межах житлових зон з урахуванням мінімальних рівнів шуму від окремих автомобілів.

Зменшення впливу шуму, що виникає під час поширення від джерела до місць проживання, передбачає ретельне планування автомобільних доріг, оптимальний вибір їхнього профілю та використання спеціальних заходів для зменшення шуму. Проте, часто важко забезпечити виконання цих умов. У таких випадках для зменшення транспортного шуму необхідно будувати спеціальні споруди, що забезпечують екранування: виїмки, стіни, насипи, будівлі різного призначення. Вибір конкретного типу споруди для екранування шуму залежить від рівня захисту території від шуму транспорту і може включати різні комбінації

таких елементів, як показано на рисунку 1.4.



1 – стінка; 2 – насип; 3 – виїмка; 4 – тераса; 5, 6 – комбіновані екрани; 5 – виїмка з насипом або стінкою; 6 – насип зі стінкою; 7 – екран-галерея; 8 – екран-тонель; 9 – екран-будинок нежитлого призначення; 10 – екран-шумозахисний житловий будинок

**Рис. 1.4 – Типи екранів**

Найбільш ефективні засоби зниження шуму в будівництві - це шумозахисні будинки та вікна. Шумозахисні будинки можна розділити на два типи за їхнім захистом від шуму. Перший тип включає будинки з особливою архітектурно-планувальною структурою та об'ємно-просторовим рішенням. Другий тип - це будинки, вікна та балконні двері яких мають підвищену звукоізоляцію та обладнані спеціальними вентиляційними пристроями, що сполучені з глушниками шуму. Також можливі комбіновані варіанти шумозахисних будинків. Окрім забезпечення акустичного комфорту для мешканців, шумозахисні будинки можуть служити високоефективними акустичними екранами, знижуючи рівень звуку в звуковій тіні до 25 дБА. [5].

## **1.5 Висновок, постановка мети та завдання**

Встановлено досить значний рівень шумового навантаження на населення

житлового масиву «Перемога-2» від автомагістралі вул. Набережна Перемоги (м. Дніпро) згідно розрахунків за двома методиками Є.П.Самойлюка – 78,5 дБА та ДСТУ-Н Б В.1.1-33:2013 – 70 дБА. На підставі ґрунтового аналізу виявлено, що найбільш ефективною технологією шумозахисту є облаштування шумозахисного екрану.

**Мета дослідження** – розробити заходи із шумозахисту щодо забезпечення екологічної безпеки населення за фактором шум для населення житлового масиву «Перемога-2» м. Дніпро.

Для досягнення мети потрібно було вирішити наступні **завдання**:

1. Проаналізувати сучасні світові технології шумозахисту сельбищних територій з обґрунтуванням найбільш перспективної для умов житлової забудови «Перемога -2»;

2. Розрахувати рівень шуму від автомагістралі вул. Набережна Перемоги за методикою Є.П.Самойлюка та ДСТУ-Н Б В.1.1-33:2013.

3. Побудувати карту екологічної небезпеки за фактором шум для мешканців житлового масиву «Перемога-2»;

4. Розрахувати технологічні параметри шумозахисного екрану, що дозволяє забезпечити акустичний комфорт та підвищити якість життєдіяльності населення.

## **РОЗДІЛ 2 ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЇ ШУМОЗАХИСТУ НАСЕЛЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕКРАНІВ**

Шум, як фактор, що негативно впливає на довкілля, має потенційно шкідливий вплив на здоров'я людини. Він може спричиняти кумулятивний ефект, коли акустичні подразники, накопичуючись у людському організмі, посилюють вплив на нервову систему. Це може призводити до функціональних порушень центральної нервової системи, що передує втраті слуху від впливу шуму [13].

Особливо шкідливий вплив шуму спостерігається на нервово-психічну активність людини. Він також може викликати функціональні порушення серцево-судинної системи, негативно впливати на зоровий та вестибулярний аналізатори та знижувати рефлексорну діяльність, що часто призводить до нещасних випадків і травм.

Ці факти свідчать про те, що протягом довгого часу еволюції людина не розвинула здатності адаптуватися до впливу шуму, і не було створено природного захисту для її високочутливого та досконалого органу слуху від інтенсивного шуму. Метою досліджень моєї дипломної роботи бакалавра стало визначення ефективності заходів шумозахисту житлового кварталу.

Існує кілька методів зниження рівня шуму в мешканнях та на житлових територіях для забезпечення екологічної безпеки мешканців:

- зменшення шуму безпосередньо на джерелі;
- віддалення джерела шуму від області, що потребує захисту від шуму;
- використання внутрішніх огорожувальних конструкцій для ізоляції;
- формування штучних або використання природних ландшафтних об'єктів (наприклад, виїмки, ґрунтові насипи тощо);
- розміщення зон зелених насаджень між джерелом шуму та областю, що потребує захисту від шуму;
- встановлення шумозахисних екранів між джерелом шуму та областю, що потребує захисту.



У порівнянні з іншими методами зниження шуму, будівництво шумозахисних екранів вимагає менше території. Їх ефективність може досягати 20-25 дБ, і вони характеризуються простою конструкцією та швидким монтажем.

Вартість створення шумозахисних екранів порівняно з вище наведеними заходами також є трохи нижчою. Саме ці переваги й визначають їх широке впровадження в Україні та країнах світу й обґрунтовують мій вибір їх для забезпечення екологічної безпеки населення житлового масиву «Перемога-2», м. Дніпро.

Існують конкретні вимоги та рекомендації щодо встановлення шумозахисних екранів:

1. Шумозахисні екрани повинні бути монтувані на окремих фундаментах і мати достатню міцність для витримки вітрових, снігових та сейсмічних навантажень.

2. Матеріали, що використовуються для виготовлення елементів конструкції, повинні бути довговічними, стійкими до ударів, атмосферних умов, вогню та механічного зносу.

3. Конструкція елементів шумозахисних екранів має забезпечувати їх щільне прилягання один до одного для створення акустично непрозорого бар'єру. Для цього можуть застосовуватися ущільнювальні прокладки з міцних еластичних матеріалів.

4. Екрани повинні бути встановлені на мінімально допустимій відстані від джерела шуму з урахуванням безпеки та комфорту користувачів.

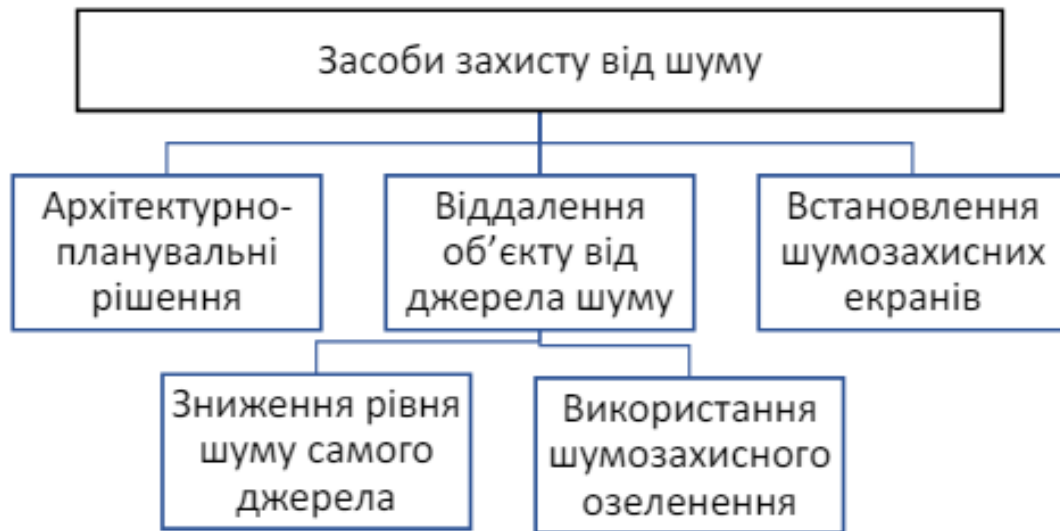
5. Матеріали, що використовуються для звукопоглинання, мають мати стабільні фізико-механічні та акустичні властивості, бути стійкими до вологи та біологічно безпечними.

6. Для звукопоглинання можна використовувати спеціальні пористі матеріали або цільні металеві конструкції.

У міському середовищі, де вже сформована забудова, шумозахисні екрани можуть бути найефективнішим засобом для зниження рівня шуму. У деяких випадках вони можуть бути єдиним засобом звукоізоляції та значно зменшувати

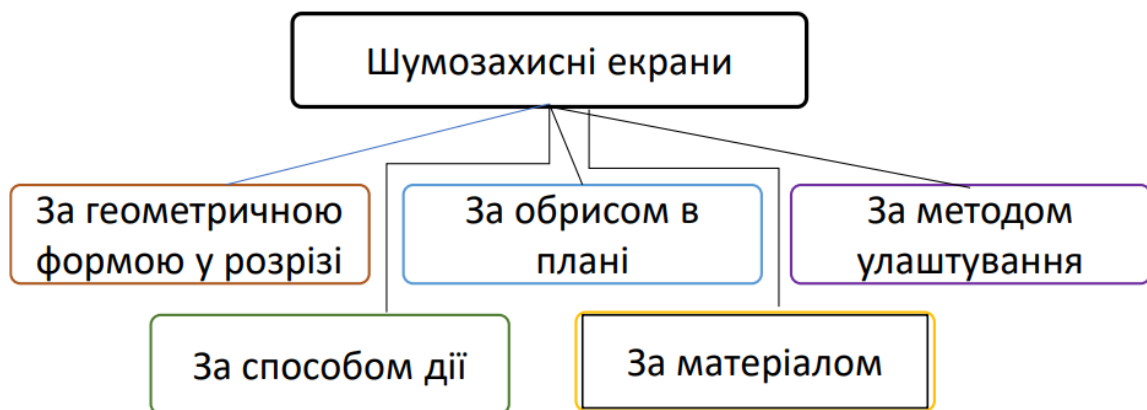
обсяг шумового забруднення на певних територіях.

Конкретизацію об'єкта дослідження наведено на рис. 2. Визначено, що найбільш ефектнішим заходом є шумозахисні екрани.



**Рисунок 2 – Засоби захисту від шуму, що рекомендуються для житлової забудови міст**

Системи класифікацій шумозахисних екранів наведено на рис. 2.1.



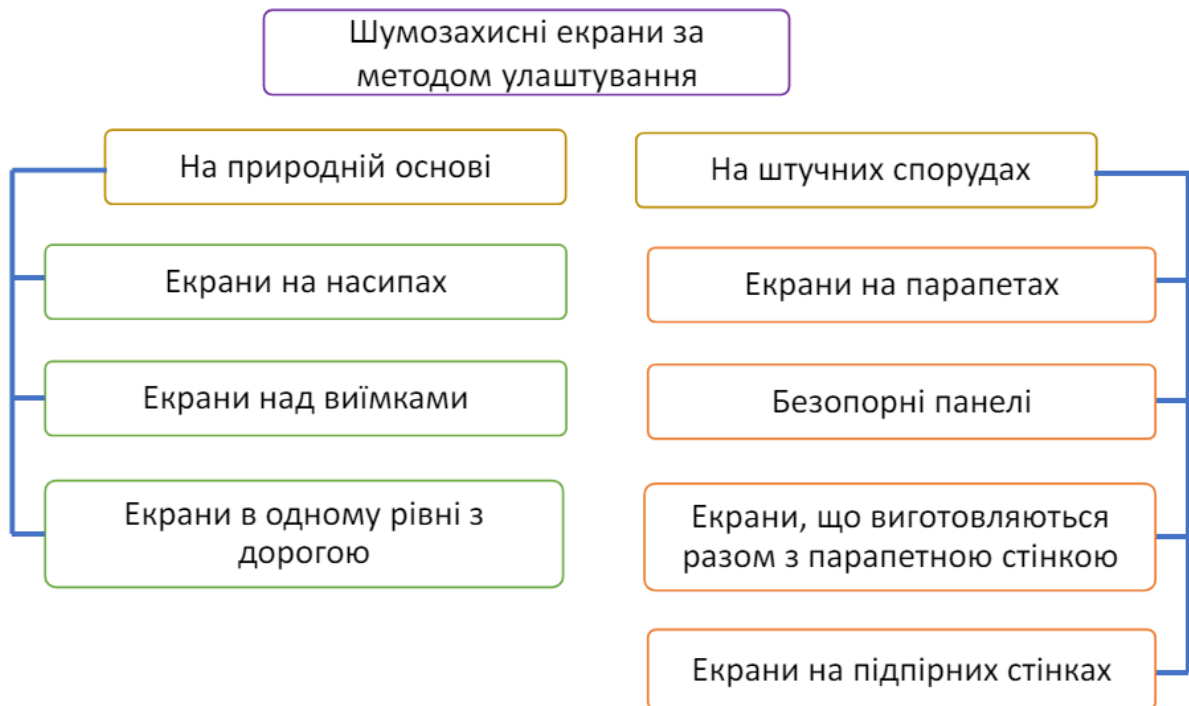
**Рисунок 2.1 – Систематизація класифікацій шумозахисних екранів**

Шумозахисні поділяються залежно від наступних параметрів:

- за способом дії;
- за геометричною формою;
- за обрисом в плані;

– за методом улаштування, за матеріалом.

При улаштування шумозахисних екранів слід враховувати різноманіття архітектурного планування урбанізованої території та гармонійно вписувати екрани в уже сформований ландшафтно-архітектурний ансамбль. Крім того, слід також розуміти, що існуючі ландшафтні особливості можуть підвищувати ефективність шумозахисних екранів, приміром коли їх розміщати на насипах, над виїмками, на парапетах, тощо. Кожний випадок розміщення шумозахисного екрану в межах міста є унікальним і потребує індивідуального підходу для отримання максимально можливого екологічного ефекту щодо зниження рівня шуму та забезпечення акустичної безпеки. Класифікацію шумозахисних екранів за методом улаштування наведено на рис. 2.3.



**Рисунок 2.3 – Класифікація шумозахисних екранів за методом улаштування**

Існуючі плани забудови житлових кварталів міст не завжди надають змогу встановити прямолінійні екрани (рис. 2.4). Складність та різноманіття форм житлової забудови можна врахувати вибравши криволінійний екран. Шумозахисні екрани можуть мати різну геометричну форму (рис. 5), змінюючи

форму екрану при постійній відстані між джерелом шуму та житловою забудовою можна добитися підвищення ефективності шумозахисту.

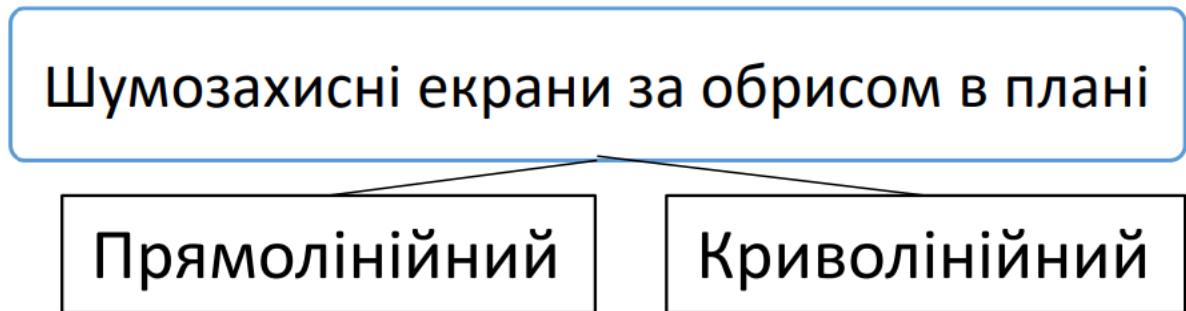


Рисунок 2.4 – Класифікація шумозахисних екранів за обрисом в плані

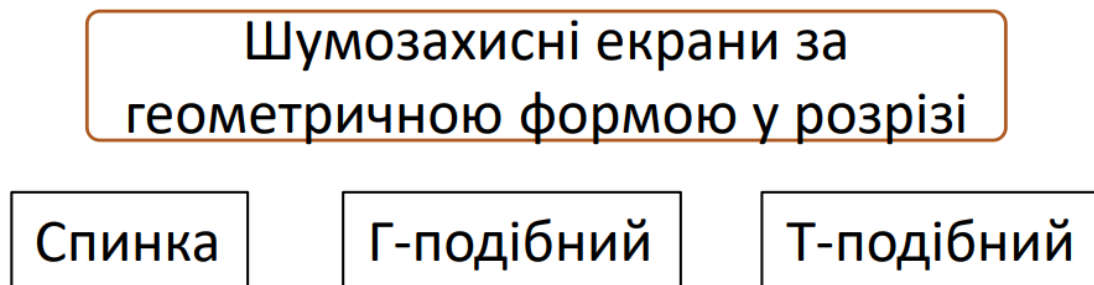
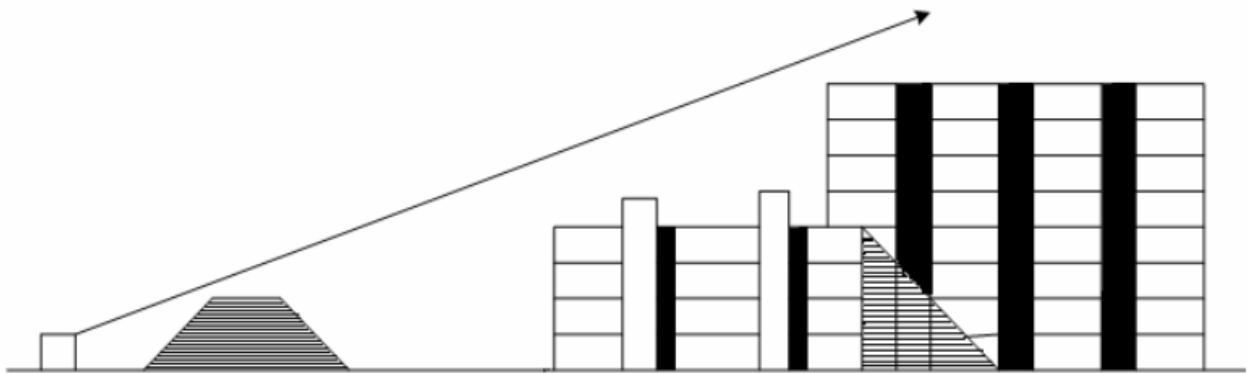


Рисунок 2.5 – Класифікація шумозахисних екранів за геометричною формою

У міських умовах, коли містобудівність вже сформована, шумозахисні екрани вважаються найбільш ефективним будівельно-акустичним рішенням для зниження шуму. У деяких конкретних випадках шумозахисні екрани є єдиним будівельно-акустичним заходом, застосування якого значно скорочує зону шумового забруднення.

## 2.1 Конструкції та матеріали шумозахисних екранів

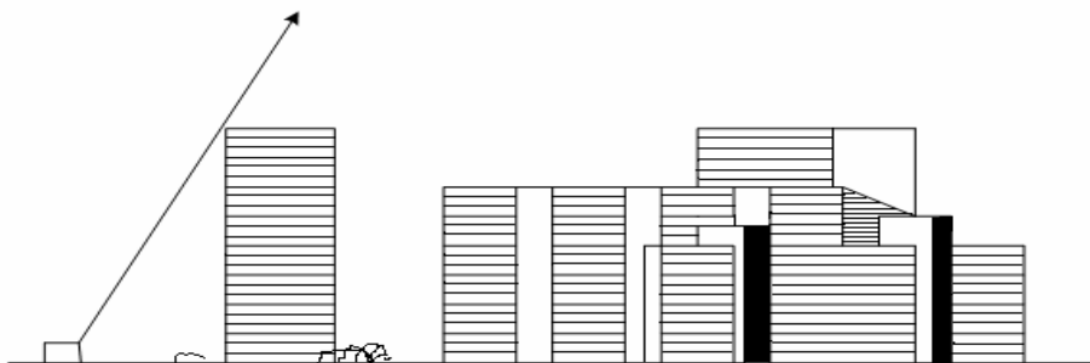
Існують різноманітні типи та моделі шумозахисних екранів, кожен з яких має власні унікальні характеристики, переваги й недоліки. Проте впровадження та розвиток цього методу захисту від шуму виявляється досить ефективним з економічної й часової перспективи.



**Рисунок 2.1 – Екран-насип**

Одним із найбільш ефективних методів зниження рівня шуму на території міст - це використання екранів, які розташовані між джерелами шуму та об'єктами, що потребують захисту від нього. Термін "екран" застосовується до будь-яких перешкод, що заважають поширенню звуку.

Екрани можуть бути в різних формах, таких як придорожні бар'єри, спеціальні захисні стіни, штучні або природні рельєфи місцевості - такі як земляні вали, насипи, відкоси, тераси і так далі, або їх комбінації, а також спеціальні шумозахисні споруди. Крім того, функцію екранів можуть виконувати будівлі, в середині яких припустимі рівні звукового тиску більше 45 дБА, такі як промислові, комерційні та комунальні установи, а також шумозахисні житлові будівлі. Акустична ефективність екрана залежить від його висоти, довжини та звукоізоляційних характеристик.

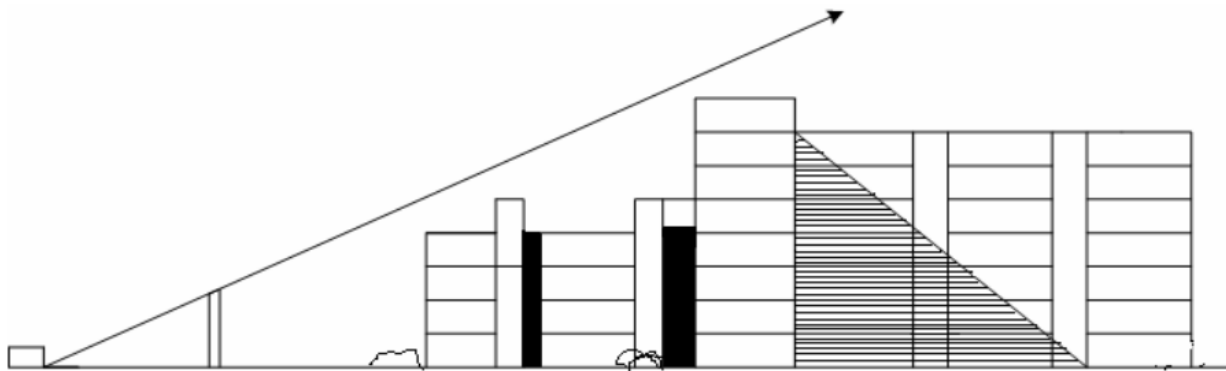


**Рисунок 2.2 – Екран-шумозахисний житловий будинок**

Акустична ефективність екрана залежить від його висоти, довжини та звукоізоляційних характеристик. Спеціальні шумозахисні екрани-бар'єри або стінки широко використовуються у світовій практиці для боротьби з шумом.

З урахуванням особливостей звукоізоляційних властивостей екранів, найбільш перспективними вважаються конструкції з уніфікованих елементів. Це дозволяє варіювати висоту, довжину, а в потребі й форму та конструкцію екранів для забезпечення необхідного зниження рівня шуму в різних умовах забудови.

Для створення ефекту екранування об'єкти, що потребують захисту від шуму, повинні розташовуватись нижче межі звукової тіні. Це означає, що вони мають знаходитись під прямою лінією, що з'єднує акустичний центр джерела шуму з вершиною екрана.

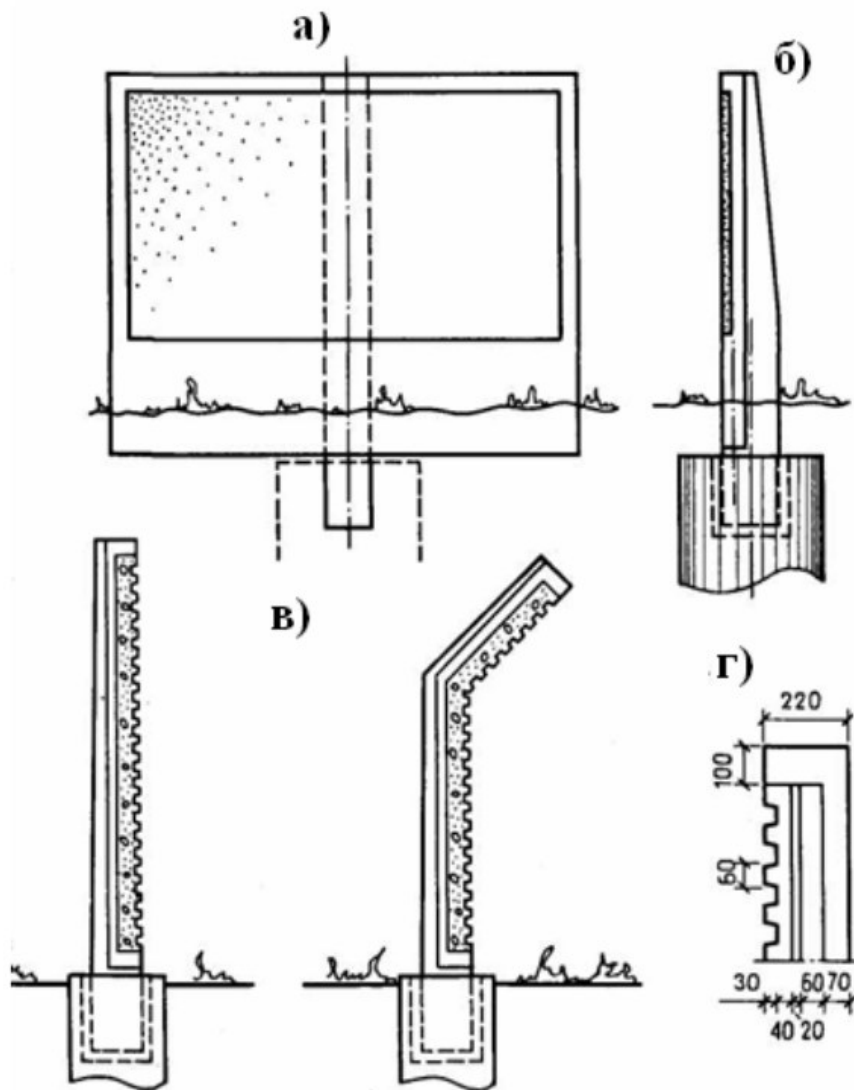


**Рисунок 2.3 – Екран-стіна**

До одних з найпоширеніших матеріалів, які використовуються для будівництва екранів, належать бетон і залізобетон. Конструкції екранів-стінок, які призначені для розміщення на вулицях або дорогах з обох боків об'єктів, які потребують захисту від шуму, повинні містити звуковбирні елементи, такі як резонансні панелі і звукопоглинаючі покриття або наповнювачі.

Звуковбирні матеріали, які використовуються для покриття і наповнення екранів, повинні мати стійкі фізико-механічні та акустичні характеристики протягом всього періоду експлуатації. Вони також повинні бути стійкими до біологічного впливу і вологи, не виділяти в навколишнє середовище шкідливих речовин у кількостях, що перевищують допустимі концентрації для

атмосферного повітря.



а) фасад; б), в), г) розрізи

**Рисунок 9 – Екран із залізобетону**

Для підвищення ефективності звукопоглинаючих покриттів їх можна кріпити на твердій основі безпосередньо на поверхні екрана. Для захисту звуковбирних матеріалів від вологи передбачається захисне покриття у вигляді плівки.

Зовнішнє облицювання екрана зі звукопоглинаючими властивостями має бути захищене перфорованими листами з алюмінію, сталі або пластика. Конструкції окремих елементів екранів повинні забезпечувати щільне з'єднання між собою для створення акустично непрозорого бар'єра. На місцях, де розташовані зупинки транспорту, для забезпечення проходу людей необхідно

передбачати прогалини в екранах.

Під час проектування екранів важливо враховувати, що встановлення стінок з акустично жорсткою поверхнею з одного боку від джерела шуму може призвести до певного збільшення рівня шуму на протилежній стороні через відбиту звукову енергію. У випадку, коли екрани з акустично жорсткою поверхнею встановлені з обох сторін автомобільної дороги, їх акустична ефективність може зменшитися на 1-5 дБА в залежності від відстані між екраном та транспортним потоком.

При проектуванні екранів-стінок важливо враховувати, що їх акустична ефективність до певної міри залежить від їх форми. Найбільш ефективним є екран з Г-подібним поперечним профілем. Оптимальна ширина верхньої полиці такого екрану становить 0,6 метра. При цьому ефективність такого екрану на 2,5 дБ вища, ніж ефективність звичайного тонкого екрану-стінки тієї ж висоти.

При розробці проектів комбінованих екранів важливо старатися вибирати такі конструкції, конструктивні елементи і форму екрана, які надають йому вигляд природного, спонтанно створеного природою об'єкта. Комбіновані екрани складаються з збірних залізобетонних елементів таким чином, щоб створити трапецієподібну конструкцію з виступами в поперечному перерізі. Внутрішня частина заповнюється ґрунтом, а окремі виступи в усій конструкції засаджуються рослинами.

Колір екранів може мати не лише декоративну функцію для поліпшення їх зовнішнього вигляду, але також інформаційну, яка корисна для водіїв та пішоходів. Використовуючи різні відтінки, можна створити враження об'єму та текстури на плоских екранах.

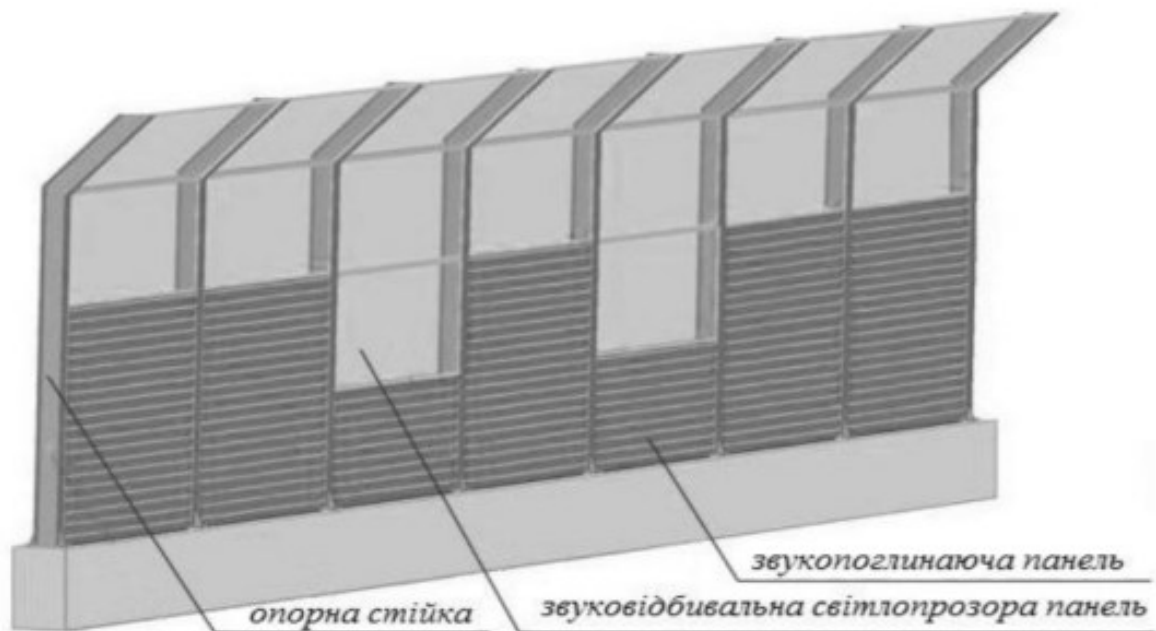
При виборі кольору для фарбування екранів слід враховувати емоційний вплив кольорів на людей. Краще використовувати кольори, які асоціюються з природою, такі як зелений, жовтий та коричневий, оскільки вони викликають відчуття спокою та впевненості. Червоний та блакитний кольори можуть застосовуватися лише у виняткових випадках. Контрастність має бути належним чином забезпечена як при ясній, сонячній погоді, так і в похмурі дні. Слід



зважати також на атрактивність та уникати монотонності, адже за умов значної довжини екрану, можлива втрата уваги у водіїв, що, в свою чергу, може призвести до аварійних ситуацій.

## 2.2 Розрахунок ефективності шумозахисного екрану

Оцінка зниження рівня шуму за допомогою екрануючих перешкод ( $\Delta L_{\text{екр}}$ ) на шляху звукових променів від джерела шуму (наприклад, шуму транспортного потоку - ДШ) до розрахункової точки (наприклад, поверхня житлового будинку-РТ), враховує взаємне розташування цих елементів і екрану.



**Рисунок 2.2 – Структурне зображення шумозахисного екрану**

Враховуючи вимоги до розмірів шумозахисних екранів та їх розташування—щоб уникати снігових заносів на дорожньому полотні, інтегруватися в ландшафт та не збільшувати ризику дорожньо-транспортних пригод — рекомендовано встановлювати екрани максимальною висотою 3 м, як показано на рис. 2.2-2.3.

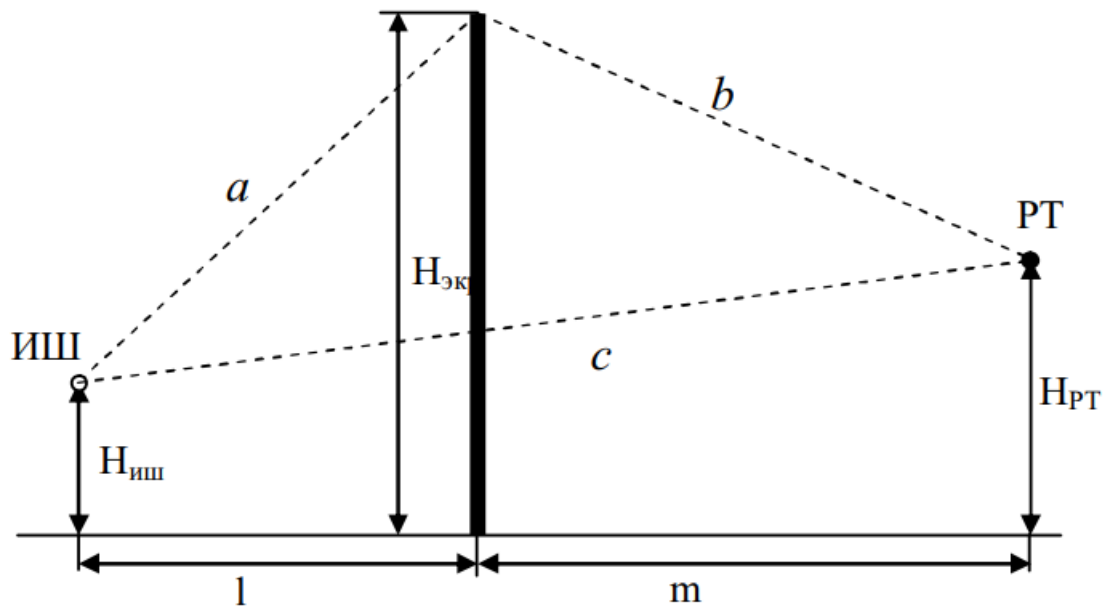


Рисунок 2.3 – Схема розрахунку екрана профіль

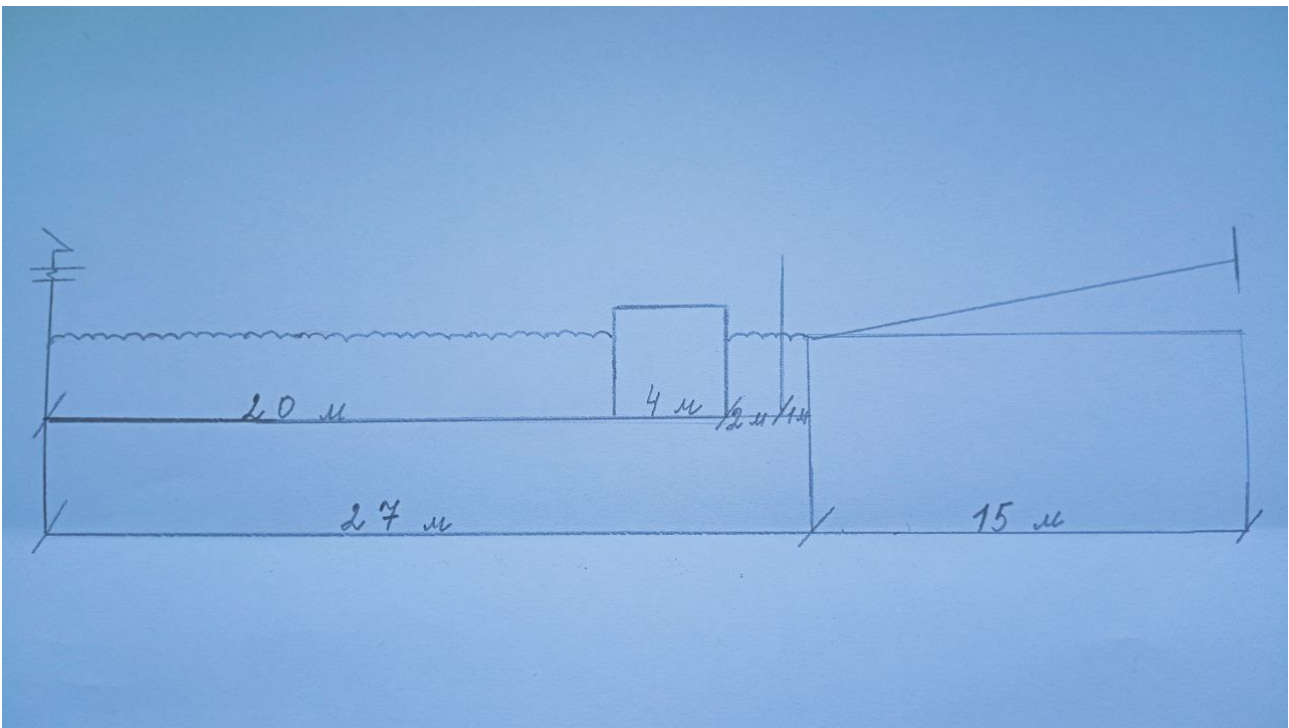


Рисунок 2.4 – Схема розташування екрана

Отже, враховуючи карту місцевості, ми припускаємо наступне [16]:

- висота шумозахисного екрану  $H_{\text{екр}} = 3 \text{ м}$ ;

- висота розрахункової точки (другий поверх житлового будинку) –  
 $H_{PT} = 4,5$  м;

- висота джерела шуму  $H_{ДШ} = 1,5$  м;

- відстань від осі найближчої полоси руху до екрану  $l = 2$  м;

- відстань від екрану до житлової будівлі  $m = 20$  м.

Очікуваний рівень звуку ( $L_{PT}$ ) в розрахунковій точці розраховують за формулою (2.2):

$$L_{PT} = L_A - \Delta L_{від} - \Delta L_{екр} \quad (2.2)$$

де  $L_A$  – шумова характеристика джерела шуму, дБА;

$\Delta L_{від}$  – зниження рівня шуму відстанню, дБА;

$\Delta L_{екр}$  – зниження рівня шуму екрануючими перешкодами, дБА.

Зниження рівня шуму джерела  $\Delta L_{екр}$  з відстанню для ділянок дороги в міській забудові дорівнює:

$$\Delta L_{від} = 15 \lg (r/r_0) \quad (2.3)$$

де  $r$  – відстань від акустичного центру автотранспортного потоку до розрахункової точки, м;

$r_0$  – опорна відстань, дорівнює 7,5 м для автотранспортних потоків.

Екран розташований перпендикулярно ДШ і території, що захищається на відстані  $l$  від ДШ і  $m$  від РТ (рис. 2.3). Сумарна відстань визначається за формулою (2.4):

$$r = l + m \quad (2.4)$$

Найбільш зручною для розрахунків визначення зниження рівня шуму екрануючими перешкодами є формула Маєкава, яка дає невелику погрішність:

$$\Delta L_{\text{екр}} = 20 \lg \frac{\sqrt{2\pi|N|}}{th\sqrt{2\pi|N|}} + 5, \quad (2.5)$$

де  $N$  – число Френеля,  $N=2\delta/\lambda$ ;

$\lambda$  – довжина хвилі, що дорівнює відношенню швидкості звуку в повітрі (331 м/с) і середньгеометричній частоти в Гц (прийнята частота 500 Гц відповідно до рекомендацій при розрахунках загального рівня звуку);

$\delta=a + b - c$  – різниця ходу звукових променів через кромку екрану і через сам екран безпосередньо;

$a$  – найкоротша відстань між акустичним центром ДШ і верхньою кромкою екрану, м,

$$a = \sqrt{l^2 + (H_{\text{екр}} - H_{\text{ИШ}})^2};$$

$b$  – найкоротша відстань між РТ і верхньою кромкою екрану, м,

$$b = \sqrt{m^2 + (H_{\text{екр}} - H_{\text{РТ}})^2};$$

$c$  – найкоротша відстань між акустичним центром джерела шуму і розрахунковою точкою, м,

$$c = \sqrt{r^2 + (H_{\text{екр}} - H_{\text{РТ}})^2};$$

$H_{\text{ДШ}}$  – висота джерела шуму, м;

$H_{\text{РТ}}$  – висота розрахункової точки, м;

$H_{\text{екр}}$  – висота екрана, м;

Відповідно до (2.5) та картографічних даних розташування екрану та житлового будинку, знайдемо  $\Delta L_{\text{екр}}$  :

$$\Delta L_{\text{від}} = 15 \lg (r/r_0) = 15 \lg (27/7,5) = 15 \lg 3,6 = 15 \cdot 0,556 = 8,34 \text{ дБА},$$

$$a = \sqrt{l^2 + (H_{\text{екр}} - H_{\text{ИШ}})^2} = \sqrt{1^2 + (3 - 1,5)^2} = \sqrt{4 + 1,5^2} = 1,8 \text{ м},$$

$$b = \sqrt{m^2 + (H_{\text{екр}} - H_{\text{РТ}})^2} = \sqrt{26^2 + (3 - 4,5)^2} = 26,04 \text{ м},$$

$$c = \sqrt{r^2 + (H_{\text{екр}} - H_{\text{РТ}})^2} = \sqrt{27^2 + (3 - 4,5)^2} = \sqrt{27^2 + 2,25} = 27,04 \text{ м},$$

$$\delta = a + b - c = 1,8 + 26,04 - 27,04 = 0,8,$$

$$\lambda = 0,84,$$

$$N = 2\delta / \lambda = \frac{2,08}{0,84} = 1,9,$$

$$\Delta L_{\text{екр}} = 20 \lg \frac{\sqrt{2\pi|N|}}{th\sqrt{2\pi|N|}} 5 = 20 \lg \frac{\sqrt{2 \cdot 3,14 \cdot 1,9}}{th\sqrt{2 \cdot 3,14 \cdot 1,9}} 5 = 20 \lg \frac{3,45}{1} + 5 = 20 \cdot 0,54 + 5 = 10,8 + 5 = 15,8$$

дБА,

$$L_{\text{РТ}} = L_{\text{А}} - \Delta L_{\text{від}} - \Delta L_{\text{екр}} = 78,5 - 8,34 - 15,8 = 54,3 \text{ дБА.}$$

З проведених розрахунків я можу визначити, що фактична енергетична сума рівнів шуму 54,3 дБА має допустиме значення  $L_{\text{РТ}} = 55$  дБА (норма).

### 2.3 Блок-схема технології шумозахисту житлової забудови

Сучасний об'єкт являє собою складний комплекс джерел шуму, різноманітних не тільки за амплітудно-частотними та часовими характеристиками, але й за геометричними розмірами, конфігурацією та просторовим розташуванням, а і середовище передачі шуму забезпечує регуляцію характеру акустичних процесів.

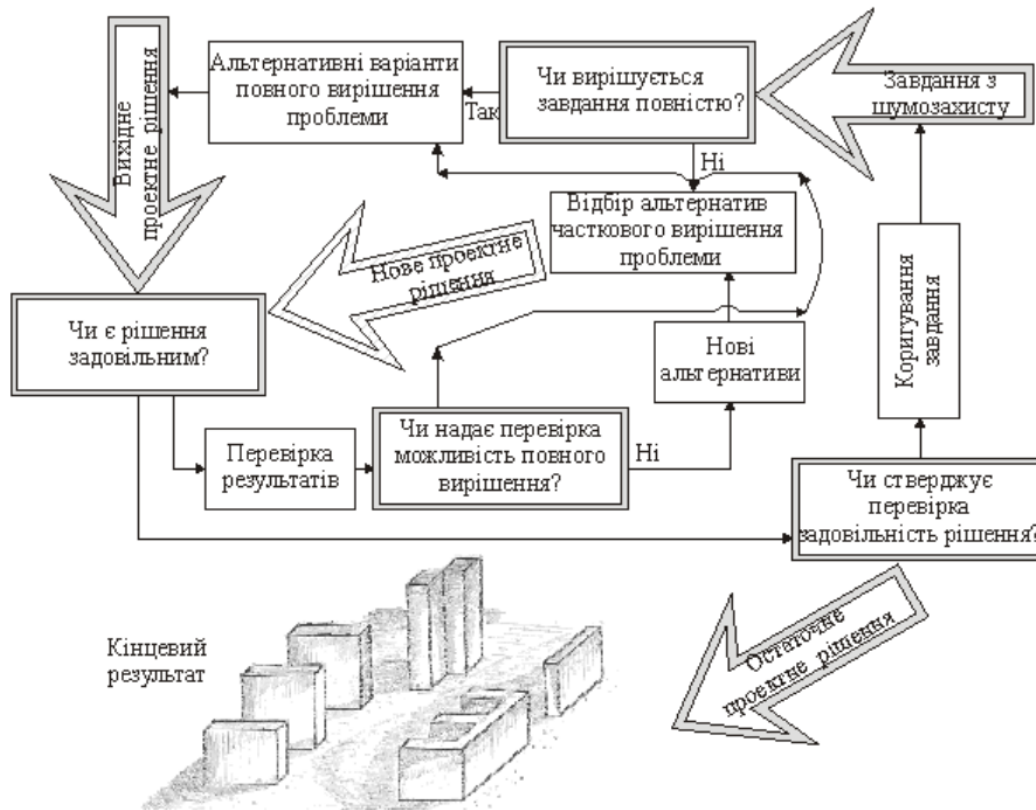
Ефективні методи управління процесами містобудування, їх функціонування та розвитку можуть зосереджуватися на використанні інструментів системного аналізу.

Під час подання заявки традиційний містобудівний проект - проект планування генерального розвитку мікрорайону необхідно розглядати як цільову програмну модель соціальної екологічної системи, що визначається сукупністю природних, кліматичних, економічних та інших специфічних факторів [2].

Ця модель має відображати соціально-економічні цілі країни, орієнтувати реалізацію плану соціально-економічного розвитку в нових умовах на шлях державної незалежності та кардинальних перетворень.

Прогнозування впливу майбутніх джерел шуму на акустичний режим житлової забудови та розробка конкретних рекомендацій у цій сфері є одними з основних завдань, які постали перед містобудівниками в практиці проектування.

Проектувальник, визначаючи характер забудови районів і житлових масивів міста, повинен враховувати багато факторів, щоб створити всі необхідні умови для життя, відпочинку та обслуговування населення.



**Рис. 2.3 – Блок-схема методичної послідовності етапів вирішення та розробки шумозахисту від цільового завдання до проектного рішення**

Однак проектувальники часто приймають рішення інтуїтивно, без вагомих причин, висловлювати їм ідеї планування, прагнути створити «картинку», (тобто «переможне» розміщення) вздовж головної дороги.

Незважаючи на те, що питання планування дизайну, естетики мають велике значення, вони не повинні відволікати архітекторів або проектувальників від завдання оптимізації зовнішнього середовища (в тому числі проти фактора шуму). Рішення цих та інших проблем повинні доповнювати одне одного.

Містобудівні рішення є неоптимальними та неприйнятними для завдання охорони житлових територій, що зустрічається на практиці, оскільки проектант дійсно не мають ефективних методів прогнозування та оцінки раціонального

режиму в житлових будинках, а також розробки та оцінки ефективності різних містобудівних планів.

При складанні генерального плану населеного пункту містобудівник планує розташування основних територій міста та транспортні зв'язки між ними, тобто відразу виділяє розташування джерел основного міського шуму: внутрішнього та зовнішнього руху промисловості.

Для максимального використання можливих шумозахисних заходів на цьому етапі необхідна карта (схема) основних джерел міського шуму, виконана в масштабі генерального плану міста.

Це є основою для регулювання шумового режиму в міських поселеннях, основою для побудови комплексу містобудівних заходів, спрямованих на захист житлових будинків від шуму.

Основою генерального планування та карт містобудування є система вулиць міста. Розробка карти розташування джерел шуму в місті починається зі збору інформації, яка дозволяє нам охарактеризувати джерела міста та визначити так звані «полюси» шуму.

Акустичні характеристики поточних джерел шуму в місті в основному отримані шляхом вимірювань на місці. У зв'язку з величезною (неможливою) складністю проведення вимірювань у всіх необхідних контрольних точках (їх кількість може бути визначена десятками, сотнями тисяч).

Отримані дані описують основні джерела шуму в місті, що дає можливість нанести на карту міські джерела шуму.

Основні джерела позначені на карті символами та нанесено їх еквівалентні рівні шуму в дБА. Масштаб такої карти залежить від розміру міста (1: 10 000 або 25 000). Більший масштаб (1: 5000) використовується для міст і сіл [3].

Карта шуму міста містить карту територій та об'єктів, що потребують особливих умов для акустичного комфорту (лікарні, санаторії, пансіонати, зоопарки, парки, науково-дослідні інститути, університети тощо).

Ці зони слід наносити безпосередньо на схему основних зовнішніх джерел шуму. Наведено схеми джерел зовнішнього шуму міста та об'єктів захисту від

нього (території районів, лікарень, науково-дослідних інститутів, парків тощо), можуть бути логічними та зрозумілишими при врахуванні завдань та прийнятті рішення щодо планувальна структура міста.

Розумне взаємне розташування основних функціональних зон міста допомагає істотно зменшити або повністю усунути вплив багатьох джерел шуму - аеропортів, промислових і міських підприємств і т.д.

Необхідно передбачити виділення шумних об'єктів в спеціальні зони та ізоляцію їх від житлових територій за допомогою санітарно-захисних зон .

Остаточне уявлення про шумовий режим дають карти шуму житлових районів та житлових районів. Рівень звуку (еквівалент), розрахований для будівлі, береться з діаграми джерела шуму міста.

Акустична карта мікрорайону включає:

- детальну схему джерел шуму із зазначенням розрахункових рівнів шуму;
- карта шуму мікрорайонів та інших територій частини населених пунктів;
- карта звукової завадості житлових приміщень;
- основний містобудівний метод, спрямований на зниження рівня шуму до стандартних рівнів.

Карта джерел шуму на території житлових масивів – це не що інше, як копія плану міста у збільшеному масштабі (1: 2000), який був остаточно скоригований та відредагований згідно з проектом містобудівних деталей житлової забудови. На даному етапі прийнято основних рішення щодо поперечного профілю вулиць, розміщення контрольних споруд, заселення житлових і нежитлових будівель та ландшафту [8].

Для поточного міста шумова карта мікрорайону допомагає оцінити поточний шумовий режим в житлових будинках, зонах акустичного дискомфорту, необхідність застосування заходів шумозаглушення та їх ефективність, правильність облаштування зон відпочинку на вул.територій підрайонів, автостоянок тощо.

Для новопроектowanego міста та житлової забудови акустичне



картографування невеликих районів є особливо витратним при порівнянні різних варіантів забудови, виборі оптимального рішення (за шумом).

Звукова карта мікрорайону – це фактичний документ, який описує звуковий режим по периметру будівель.

Отже, відповідно до вимог сучасного проектування [1], документ, що регламентує генеральний план майбутньої забудови міста (та його окремих складових), повинен містити «надійні» документи» такі основні :

- 1) карта джерел шуму місто (масштаб 1: 25000);
- 2) карта джерел шуму в мікрорайонах (масштаб 1: 2000);
- 3) карта звукового режиму територій, що потребують конкретних умов оздоровлення (масштаб 1: 1000);
- 4) карта зон звукової загрози житлової забудови (масштаб 1: 2000);
- 5) Карта території міста з визначенням зон акустичного дискомфорту (масштаб 1:25000).;
- 6) Документ з детальними акустичними розрахунками, описом найбільш шумних об'єктів і техніко-економічним обґрунтуванням вибору містобудівних рішень для забезпечення акустичного комфорту.

Безумовно, розробка карти шуму міста є творчим процесом, тому з часом необхідно вносити доповнення та зміни, спрямовані на поліпшення й оптимізацію цього процесу для досягнення найбільш ефективного захисту житлової забудови від міського шуму.

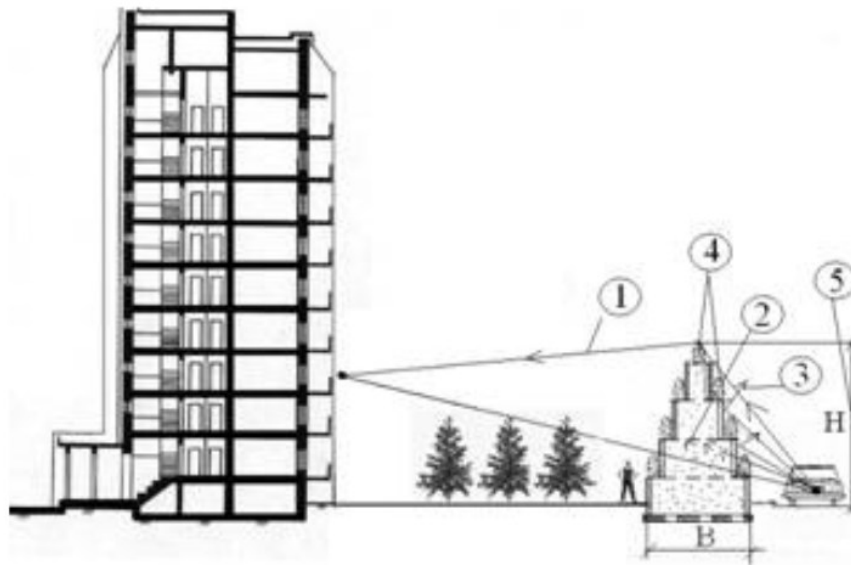
Відомо, що сучасна звукоізоляційна (екранна) стіна складається з двох залізобетонних елементів – колони та панелі, з'єднаних таким чином, що після монтажу утворюються порожнини, заповнені ґрунтом з частково оголеними частинками. Багато трав, квітів, лози, кущів, маленьких дерев висаджено в землю.

Ефект шумозаглушення в таких стінах (екранах) включає кілька елементів (рис. 2.4). Розширення шляху звукового променя від джерела шуму (двигун автомобіля тощо) до об'єкта – зовнішня стіна будівлі. Як правило, це розширення

має найбільший шумопоглинаючий ефект на нижніх поверхах, де воно найбільше підходить.

Поглинання звукових коливань рослинністю на поверхні екрана; особливо ефективний у безперервному озелененні верхньої частини екрана, що ускладнює проходження звукового променя навколо екрана зверху.

Висота екрана і наявність верхньої кришки, яка подовжує шлях звукового променя, пов'язані між собою.



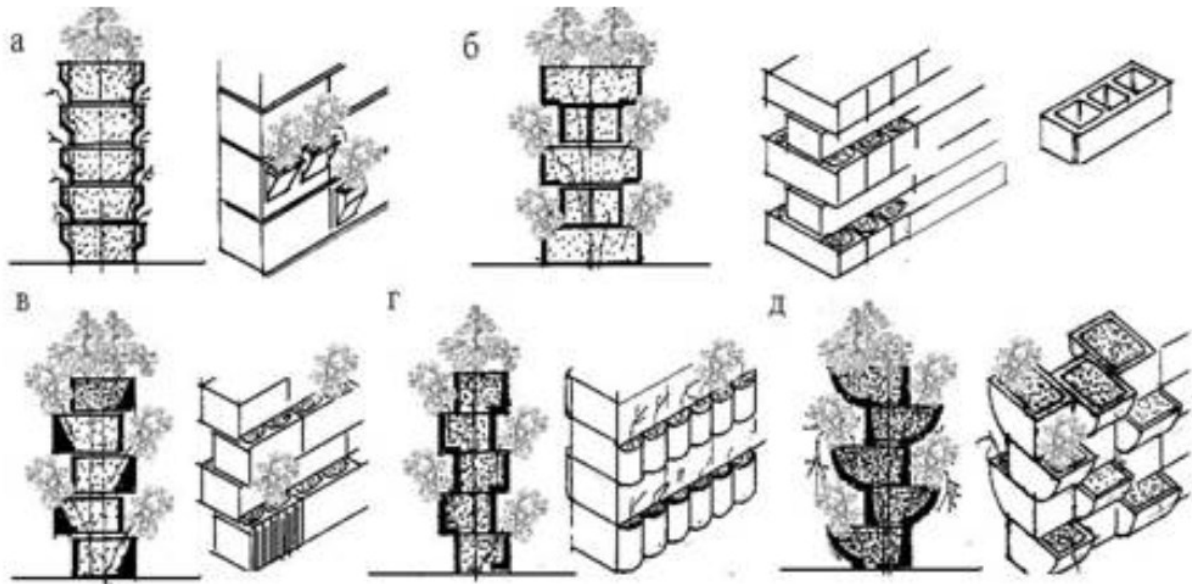
1 - довгий шлях проникнення звукового променя від автомобільного двигуна; 2 - поглинання шуму в ґрунтовому масиві; 3 - відбивання звуку нерівною поверхнею екрана; 4 - зменшення шуму за рахунок зеленого покриття зверху і на лицьовій стороні; 5 - вплив висоти екрана

**Рисунок 2.4 – Схема захисту від шуму**

За принципом дії шумопоглинаючі конструкції поділяються на: а) самонесучі (рисунок 2.5) із залізобетону без дна ящики (контейнери), заповнені верхнім шаром ґрунту та з відкритим місцем на ділянці для вирощування рослин на бічні поверхні .

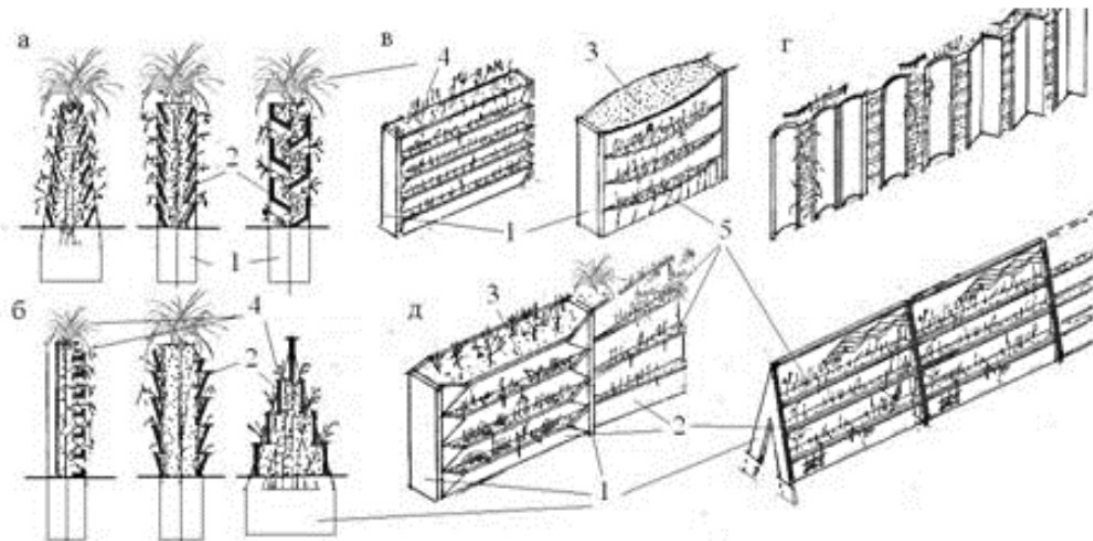
Залізобетонні короби можуть мати різну форму, для отримання горизонтальної площі без ґрунту: бічні «кишені», форми консольного виступу, що дає можливість створити досить виразну лицьову поверхню. Нерівна лицьова частина поверхня стіни перенаправляє та порушує звуковий потік.

Необхідність розміщення наскрізного фундаменту під цими бар'єрами сприятиме контакту ґрунту всередині бар'єру з природним ґрунтом, дозволяючи корінням дерев вільно проникати в природний шар ґрунту.



а) з відведеними бічними областями для озеленення; б-д) зі зрушенням елементів для створення відкритих поверхонь для ґрунту

**Рисунок 2.5 – Біопозитивні шумозахисні екрани, які стоять вільно**

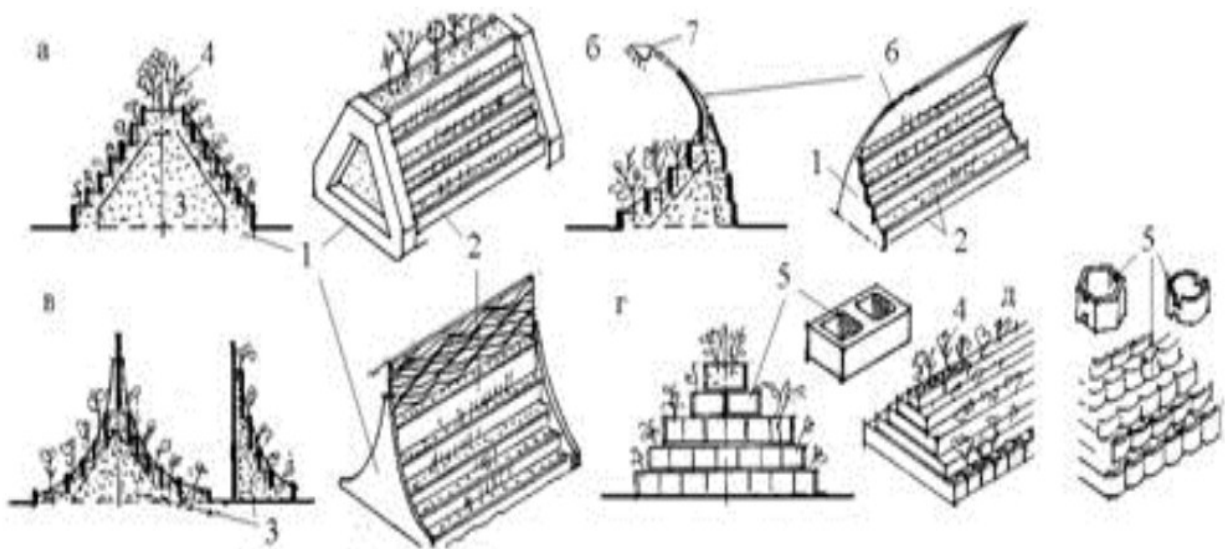


а, б - вертикальний розріз; в-д - перспективне зображення; 1 - плоскі контрфорси; 2 - лицьові плити різної форми (плоскі і оболонки); 3 - ґрунт; 4 - озеленення; 5 - пласка поверхня відкритого ґрунту

**Рисунок 2.6 – Контрфорсні стіни**

б) Контрфорсні стіни, які зображені на рис. 2.6, складаються з вертикальних залізобетонних елементів, до яких прикріплені горизонтальні плити або оболонки. Ці елементи створюють порожнини, заповнені ґрунтом, з відкритими частинами ґрунту. Плaskі залізобетонні елементи встановлюються через кожних 4-6 метрів по довжині стіни. На бокових поверхнях залізобетонних елементів встановлюються лицьові плити, які можуть мати рельєфний візерунок на поверхні. Контрфорси можуть бути вбудовані в ґрунт або з'єднані з стовпчастими фундаментами. Товщина контрфорсних стін може бути невеликою (40-60 см), що дозволяє рекомендувати такі конструкції для встановлення в областях, де розташовані захисні споруди поруч з магістралями [4].

Гравітаційні контрфорсні стіни (рис. 2.7) є терасованими спорудами, що побудовані за допомогою залізобетонних елементів (плит, коробів). Вони утримують ґрунтові масиви з великою шириною в основі (до 4-8 метрів), на терасах яких вирощені різні рослини, такі як квіти, чагарники, дерева та інші.



а-в - стіни з масивними контрфорсами для фіксації горизонтальних плит; г, д - стіни з бездонними ящиками, обладнаними рельєфною лицьовою поверхнею; 1 - контрфорси, які служать для підтримки; 2 – лицьові плити, які утримують ґрунт; 3 - ґрунт, який заповнює простір між контрфорсами; 4 - зелені насадження; 5 - просторові блоки; 6 - козирок, який використовується для покращення поглинання шуму; 7 – світильники

**Рисунок 2.7 – Масивні (гравітаційні) біопозитивні шумозахисні стіни**  
**поділяються на наступні типи**

Для створення тераси можна встановити плоскі рами висотою 4-6 м, в пази на бічній поверхні, щоб можна було змонтувати плоскі панелі висотою до 60 см. Простір всередині заповнюється утрамбованим ґрунтом (щоб після поливу не залишилося значного осаду), потім на терасі горизонтально посадити рослини.

Для правильного росту рослинності на звукоізоляційному екрані його необхідно періодично поливати спеціально обладнаною машиною для ефективного очищення забрудненого повітря в максимально забрудненому місці (між шумозахисними екранами всередині «коробки», утвореної екранами та лінії) запропоновано принципово нові та інноваційні екрани. Проведено випробування моделей протишумових бар'єрів на вплив одностороннього шуму, створюваного генератором шуму в умовах інституту «Зеленоградпроект». Типові розроблені форми екранів демонструють хороші шумопоглинаючі властивості [15].

Шумопоглинаючий ефект таких стін посилюється за рахунок послаблення шуму, коли екран заповнює підлогу, аж до переорієнтації звукових хвиль у просторі через нерівну поверхню екрану, до поглинання звукових коливань рослинністю на поверхні екрана. Екран особливо ефективний при безперервному зелені над екраном, що ускладнює проходження звукового променя через екран зверху.

Такі зелені екрани необхідно встановлювати з обох боків основної транспортної магістралі у великих містах. Основні елементи конструкції даного типу виготовлені із збірного залізобетону бетону типу В25.

#### **2.4 Оцінка підвищення рівня екологічної безпеки за фактором шум для населення житлового масиву «Перемога-2»**

Для оцінки підвищення рівня екологічної безпеки за фактором шуму для населеного житлового масиву "Перемога-2" потрібно провести комплексний аналіз, включаючи наступні кроки:

1. Вимірювання шуму: Провести вимірювання рівня шуму в різних частинах масиву та в різний час доби. Це може бути здійснено за допомогою спеціальних приладів для вимірювання шуму.

2. Аналіз даних: Оцінити отримані дані з вимірювань шуму, визначити середній рівень шуму, його динаміку протягом доби та вплив на здоров'я та комфорт мешканців.

3. Визначення нормативів: Порівняти отримані результати з місцевими та міжнародними нормативами щодо рівня шуму в житлових зонах.

4. Оцінка впливу населення: Провести анкетування та опитування мешканців масиву щодо їх сприйняття рівня шуму, виявити проблемні зони та часи.

5. Розробка заходів зменшення шуму: На основі аналізу даних та відгуків мешканців розробити план заходів зменшення шуму, який може включати у себе встановлення бар'єрів, зелених зон, обмеження руху великогабаритного транспорту тощо.

6. Моніторинг та оновлення: Після впровадження заходів провести регулярний моніторинг рівня шуму та ефективності прийнятих заходів, здійснити необхідні корективи та оновлення.

Цей процес дозволить не лише оцінити підвищення рівня екологічної безпеки за фактором шуму, а й впровадити конкретні заходи для забезпечення комфортного середовища для мешканців масиву "Перемога-2".

Ця методика була успішно впроваджена у практику, що дозволило поліпшити процес оцінки впливу планової діяльності підприємств на довкілля, спрямовано на запобігання техногенного забруднення придорожного простору міських територій. Цей підхід був впроваджений у Департаменті екології та природних ресурсів Харківської обласної державної адміністрації, як підтверджує акт впровадження від 15 червня 2020 року [10].

Запропоновані статистичні методи обробки даних, отриманих під час експериментальних досліджень еквівалентних рівнів шуму, дозволили зробити висновки щодо ефективності зниження шуму за допомогою шумозахисних

екранів. На основі цих результатів було рекомендовано використовувати комбінацію заходів, включаючи ініціативи щодо впровадження місцевого озеленення в придорожній простір житлових районів, які знаходяться у зоні впливу автомобільних доріг.

На основі розробленого алгоритму розрахунку ситуаційних шумових полів, програмного продукту й електронного житлового масиву “Перемога-2”, показана можливість проведення екологічної оцінки шумового забруднення території масиву з урахуванням спільного внеску автотранспортних засобів, стаціонарних джерел і роздільного внеску цих джерел шуму.

На останньому етапі прийняття рішень моніторингу, враховуючи деталізацію кожного етапу, впроваджуються конкретні заходи для вибору оптимальних конструктивних рішень зниження техногенного забруднення від шуму. Це забезпечується за допомогою вибору раціональних комбінованих практичних рішень щодо локального озеленення зон урбосистем з метою забезпечення високого рівня екологічної безпеки.

До рекомендованих заходів варто зарахувати покращення конструкції дороги та її стану, регулювання транспортних потоків, застосування захисних екранів і бар’єрів, у тому числі зелених насаджень, використання сучасного ефективного шумозахисного обладнання на об’єкті житлового масиву “Перемога-2”.

Експериментально доведено, що використання запропонованих комбінованих рішень дозволяє значно знизити рівень шумового забруднення в типових сільських зонах. Це підтверджується вибором стандартних критеріїв для типових об’єктів та середнім зниженням рівня шуму на 9 дБА. Реалізація цих комбінованих рішень сприятиме досягненню допустимих рівнів шуму в межах урбанізованих територій у сільських зонах.

Результати експериментальних досліджень щодо рівнів шуму у житловому масиві "Перемога-2" показують, що в областях, що межують з автомобільними дорогами, порушується допустимий рівень шуму, встановлений гігієнічними нормами. Щоб вирішити це проблемне питання, рекомендується

встановлення шумозахисного екрану. Результати досліджень також вказують на необхідність додаткового озеленення, яке передбачає заповнення вільного простору під кронами дерев чагарниковим шаром. Обрано кизильник блискучий, оскільки він має властивості зниження шуму. Запровадження додаткового чагарникового шару принесе зниження рівня шуму на приблизно 3,5 децибела.

Враховуючи особливості планування та архітектурного оформлення житлової зони, що перебуває поруч з вулицями та дорогами місцевого значення, під час проведення експериментальних досліджень було визначено, що найбільш репрезентативною контрольною точкою для оцінки рівня шумового забруднення на досліджуваній території є відстань від крайньої лінії проїзної частини. Ця відстань охоплює смугу зелених насаджень, яка виступає як бар'єр для звукових хвиль. Вибір місця розташування контрольної точки поруч з проїзною частиною магістральних вулиць загальноміського та районного значення обґрунтовується тим, що такі вулиці мають більше смуг руху та вищу інтенсивність транспортного потоку. Отже, для забезпечення достовірної інформації щодо рівнів шуму доцільно проводити експериментальні дослідження вздовж лінійних джерел шуму, які охоплюють смугу захисних зелених насаджень та шумозахисний екран, розташований на достатній відстані від проїзної частини.

Застосування удосконалених науково-практичних засад управління екологічною безпекою дозволило розробити методичні підходи до організації комбінованих шумозахисних заходів з метою зниження техногенного навантаження. Ці заходи включають використання шумозахисних екранів і локального озеленення у житлових зонах. Це сприятиме досягненню гранично допустимих рівнів шуму в житлових масивах без ризику виникнення додаткових негативних впливів від позапланових дорожньо-будівельних та інших комунальних робіт.



## ВИСНОВКИ

В дипломній роботі бакалавра вирішена актуальна для забезпечення екологічної безпеки населення техногенно навантаженої урбоєкосистеми м. Дніпро науково-практична задача зниження рівня шуму від вул. Набережна Перемоги для населення житлового масиву «Перемога-2».

Проаналізовано сучасні світові технології шумозахисту сельбищних територій, які полягають в оптимізації перехресть та їх розташування; поділ потоків автомобілів по рівнобіжних маршрутах та забезпечення сталої швидкості руху без зупинок; використання спеціальних дорожніх покриттів, створення шумозахисних зелених насаджень, облаштування шумозахисних екранів, того. Обґрунтовано доцільність встановлення шумозахисного екрану умов житлової забудови «Перемога-2», як найбільш перспективного варіанту, що дає найбільше зниження шуму.

Розраховано рівень шуму від автомагістралі вул. Набережна Перемоги за методикою Є.П.Самойлюка – 78,5 дБА та ДСТУ-Н Б В.1.1-33:2013 – 70 дБА, що відповідає зоні акустичного дискомфорту і створює значну екологічну небезпеку для населення.

Побудовано карту екологічної небезпеки за фактором шум для мешканців житлового масиву «Перемога-2», за якою встановлено, що вся забудова першої лінії попадає в зону акустичного дискомфорту і не досягає ні денної – 55 дБА ні нічної норм – 45 дБА.

Розраховано технологічні параметри шумозахисного екрану, що дозволяє забезпечити акустичний комфорт та підвищити якість життєдіяльності населення, а саме висота екрану – 3 м, відстань від бордюру – 1 м, відстань до житлової забудови – 26 м, ефективність роботи екрану – 15,8 дБА. Доведено, що встановлення екрану з урахуванням зниження шуму відносно відстані до житлової забудови забезпечує досягнення денної норми в 55 дБА.

Результати досліджень можуть бути безпосередньо впровадженні в

житлово-комунальне будівництво, що дасть змогу забезпечити екологічну безпеку для населення житлового масиву «Перемога-2» техногенно навантаженої урбоєкосистеми м. Дніпро.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. ISO 9613-2:2024 Акустика. Послаблення звуку під час поширення на відкритому повітрі. Частина 2. Інженерний метод для прогнозування рівнів звукового тиску на відкритому повітрі. Київ, 2024. 127 с.
2. Безпека життєдіяльності : навчальний посібник / О. В. Кобилянський, І. М. Кобилянська. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 98 с.
3. Запорожець О. І. Транспортна екологія: Навч. посібник / О. І. Запорожець, С. В. Бойченко, О. Л. Матвєєва, С. Й. Шаманський, Т. І. Дмитруха, С. М. Маджд; За заг. редакцією С В. Бойченка. – К.: «Центр учбової літератури», 2017. – 508 с.
4. Захаров Ю.І. Акустична безпека – складова частина якості міського будівництва / Ю.І.Захаров, П.М.Саньков, В.Ю.Захаров, Н.О.Ткач// Проблеми розвитку міського середовища: Наук.-техн.збірник – К.: НАУ, 2010.- Вип.4.- 176 с. – С.28-35.
5. Захист будинків, споруд та територій від шуму. ДБН В.1.1-31:2013/ Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. – Київ: 2014. – 54 с.
6. Захист від шуму, вібрації, електричних та магнітних полів, випромінювань і опромінювань// ДБН 360-92\*\*Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень». «Допустимі рівні шуму на різних об'єктах, територіях різного господарського призначення»/Держкоммістобудування. – Зміна №4:ДБН 360-92.-[Чинний від 2011-10-01] – К., 2011. – Режим доступу: [http://dbn.at.ua/load/normativy/dbn/dbn\\_360\\_92\\_ua/1-1-0-116](http://dbn.at.ua/load/normativy/dbn/dbn_360_92_ua/1-1-0-116).
7. Макарова Т. В. До питання оцінки впливу транспортного потоку на суспільно-екологічні показники місцевості, що прилягає до дороги // Т. В. Макарова, О. Г. Воловненко, С. М. Долгополов // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». Луцьк, 2010. Випуск №28 – С.317-322.
8. Матеріали ІХ Міжнародної науково-практичної інтернет-

конференції «Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки в країнах Європи та Азії» // Збірник наукових праць. – ПереяславХмельницький, 2018 р. – 163 с.

9. Настанова з розрахунку та проектування захисту від шуму сельбищних територій. ДСТУ-Н Б В.1.1-33:2013/ Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. – Київ: 2014. – 65 с.

10. Оцінка факторів, що впливають на шумові характеристики транспортного потоку у житловій зоні м. Харкова та способи їх зниження. «ПОТІК». URL: [https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P\\_vcheniy\\_secretar/АВТО М\\_ТРАНСП/Авт\\_та\\_тракт\\_2020/new\\_r/Potik.pdf](https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_vcheniy_secretar/АВТО М_ТРАНСП/Авт_та_тракт_2020/new_r/Potik.pdf) (дата звернення: 12.06.2024).

11. Постанова Міністерства охорони здоров'я України «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку й інфразвуку ДСН 3.3.6.037-99» від 01.12.1999р. № 37 / ВР України URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va037282-99>

12. Про оцінку впливу шуму на навколишнє середовище: Директива Європейського Парламенту та Ради № 2002/49/ЄС від 25 червня 2002 року // Official Journal - L. 189 – 18.07.2002. – р. 0001-0004.

13. Решетченко А. І. Підвищення екологічної безпеки урбосистем при техногенному навантаженні від шумового забруднення : Дисертація. Сумми, 2020. –155 с.

14. Сидоренко В. О. «Акустичний проект зниження шуму створюваного відкритим майданчиком клубу «Park Residence» в м.Одесі» : автореф. Магістерська дисертація. Київ, 2018. 93 с.

15. Студентський науковий вісник. Серія "Природничі та технічні науки". Науковий збірник. Випуск 25 . – Луцьк: ІВВ Луцького НТУ, 2017. – 464 с.

16. Шевченко Ю. С. Аналіз формул розрахунку ефективності акустичних екранів на вулицях / Ю. С. Шевченко // Вісник НАУ. – 2010.– № 4 (45). – С. 94–99