

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 магістр

студентки Ляшкевич Анастасії Михайлівни  
(ПІБ)

академічної групи 101М-21-1  
(шифр)

спеціальності 101 «Екологія»  
(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою – «Екологія»

на тему «Екологічна оцінка шумового забруднення міста та розробка заходів  
щодо покращення його акустичного режиму»

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка	Підпис
роботи:	Миронова І.Г.		
розділів:			
Теоретичного	Миронова І.Г.		
Дослідного	Миронова І.Г.		
Технологічного	Миронова І.Г.		
Охорони праці	Чеберячко Ю.І.		
Економічного	Павличенко А.В.		
Рецензент	Сай К.С.		
Нормоконтролер	Ґрунтова В.Ю.		

Дніпро

2022

**Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет**

**« Дніпровська політехніка »**

ЗАТВЕРДЖЕНО:  
завідувачка кафедри ЕТЗНС  
Борисовська О.О.  
(підпис) (прізвище, ініціали)  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 року

**ЗАВДАННЯ  
на кваліфікаційну роботу ступеня магістра**

студентці Ляшкевич Анастасії Михайлівни академічної групи 101М-21-1  
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 101 «Екологія»  
(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою – Екологія  
(офіційна назва)

на тему «Екологічна оцінка шумового забруднення міста та розробка заходів щодо покращення його акустичного режиму», затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 28.10.2022 р. №1187-с  
(наводиться наказ, яким затверджено тему кваліфікаційної роботи)

<b>Розділ</b>	<b>Зміст</b>	<b>Термін виконання</b>
Теоретичний	Виконати аналіз проблемної ситуації шумового забруднення та шляхів його вирішення	01.10.2022 - 20.10.2022
Дослідницький	Проаналізувати методи вимірювання шуму. Провести дослідження шумового забруднення. Оцінити рівень екологічної небезпеки району м. Дніпро. Визначити еквівалентне шумове забруднення транспортними засобами	21.10.2022 - 27.10.2022
Технологічний	Запропонувати заходи щодо покращення акустичного режиму міста	28.10.2022 - 04.12.2022
Охорона праці	Розробити безпечні заходи з проведення досліджень та з впровадження запропонованих рішень	05.12.2022 - 11.12.2022
Економічний	Розрахувати економічні показники запропонованого технічного рішення	12.12.2022 - 14.12.2022

Завдання видано

Миронова І.Г.  
(підпис керівника) (прізвище, ініціали)

Дата видачі: 01.10.2022 р.

Дата подання до екзаменаційної комісії: 20.12.2022 р.

Прийнято до виконання Ляшкевич А.М.  
(підпис студента) (прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 92 с., 18 рис., 15 таблиць, 41 літературних джерела, 6 додатків.

**Мета роботи:** оцінка рівня шумового забруднення Індустріального району міста Дніпра та зниження акустичного забруднення в умовах щільної міської забудови за допомогою застосування шумозахисного екрану і смуг зелених насаджень.

У вступі обґрунтовано актуальність проблеми шумового забруднення в цілому та у великому індустріальному м. Дніпро, його негативний вплив на людину та довкілля та сформульовані задачі кваліфікаційної роботи.

Теоретичний розділ містить аналіз проблемної ситуації шумового забруднення та шляхів його вирішення; загальна оцінка стану міста Дніпро за показниками шуму; критичний аналіз заходів, щодо зменшення акустичного забруднення для забезпечення вирішення проблемної ситуації; постановка подальших задач розроблення екологічного рішення, що забезпечить вирішення проблеми шумового забруднення в Індустріальному районі міста Дніпро.

У дослідницькому розділі проведено вимірювання шуму та оцінка його еквівалентного рівня, вибір методики оцінки, визначення необхідного рівня зниження еквівалентного шуму. Оцінка рівня акустичного навантаження в Індустріальному районі. Знайдено методи зниження рівня звуку. Наведено рекомендації щодо зменшення шумового навантаження від автотранспорту.

У технологічному розділі було розроблено заходи щодо зниження шумового забруднення в районах житлової забудови.

В розділі «Охорона праці» проаналізовані заходи щодо безпечних робіт біля дороги, на будівництві та на висоті.

В економічній частині наведено розрахунки економічного ефекту, якого можна досягнути при реалізації запропонованого рішення.

**ШУМ, ВПЛИВ АВТОТРАНСПОРТУ, ЕКОЛОГІЧНА НЕБЕЗПЕКА, ОЗЕЛЕНЕННЯ, НОРМУВАННЯ, АКУСТИЧНЕ ЗАБРУДНЕННЯ**

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ АКУСТИЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ТА ЗАСОБИ ЩОДО ЙОГО ЗМЕНШЕННЯ.....	8
1.1 Аналіз проблемної ситуації шумового забруднення та шляхів його вирішення .....	8
1.2 Загальна оцінка стану міста Дніпро за показниками шуму .....	15
1.3 Нормування шуму в міських і сільських поселеннях .....	18
1.4 Критичний аналіз заходів щодо зменшення акустичного забруднення для забезпечення вирішення проблемної ситуації.....	24
1.5 Постановка подальших задач для забезпечення вирішення проблеми шумового забруднення .....	30
РОЗДІЛ 2 ОЦІНКА ШУМОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ В УМОВАХ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ ІНДУСТРІАЛЬНОГО РАЙОНУ МІСТА ДНІПРО .....	32
2.1 Методи вимірювання шуму .....	32
2.2 Методика дослідження шумового забруднення.....	34
2.3 Оцінку рівня екологічної небезпеки Індустріального району .....	37
2.4. Визначення еквівалентного шумового забруднення транспортними засобами .....	41
2.5 Визначення необхідного рівня зниження еквівалентного шуму .....	48
2.6 Аналіз результатів дослідження акустичного забруднення Індустріального району .....	51
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЩОДО ЗНИЖЕННЯ АКУСТИЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ .....	53
3.1 Шумозахисні екрани як засіб щодо зниження шумового забруднення в районах житлової забудови .....	53
3.2 Зниження акустичного забруднення за допомогою зелених насаджень.....	61
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ .....	67
4.1 Правила дорожнього руху при проведенні вимірювань .....	67
4.2 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів передбачених при	

проведенні робіт з монтажу шумозахисних екранів .....	68
4.3 Охорона праці на будівництві .....	69
4.4 Умови праці дорожніх робітників .....	70
4.5 Заходи з охорони праці при виконанні робіт на висоті.....	71
4.6 Шум і вібрація .....	72
РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНИЙ .....	74
5.1 Розрахунки капітальних витрат на придбання та встановлення шумозахисних екранів .....	76
5.2 Розрахунки капітальних витрат на придбання зелених смуг насаджень .....	78
ВИСНОВКИ .....	79
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	81
Додаток А Нормативні значення рівнів звуку й звукового тиску для житлових і громадських будівель і їх території .....	85
Додаток Б Копія публікації.....	86
Додаток В Відгук керівника. ....	89
Додаток Д Зовнішня рецензія.....	90
Додаток З Відгуки керівників розділів .....	91
Додаток К Довідка про результати перевірки тексту кваліфікаційної роботи магістра на присутність запозичень.....	92

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Сучасна картина світу неможлива без відображення екологічних проблем. Найбільш сильного індустріального тиску зазнає людина. Урбанізація, збільшення кількості населення, автомобільного транспорту, будівництв, зниження кількості зелених насаджень призводить до підвищення рівня шумового забруднення населених пунктів. Шум може здатися не таким шкідливим, як забруднення повітря або води, але ця проблема впливає на здоров'я людини і призводить до погіршення якості навколишнього середовища.

Однак шум може здійснювати і позитивний вплив на людину. Шелест листя, шум морського прибою, звуки дощу, спів пташок оздоровче впливають на нервову систему. В Україні с кожнім роком знищується велика кількість природної території, а на її місці будується нова багатоповерхівка або стоянка для машин.

Схожа ситуація відбувається і в місті Дніпро. З кожним роком транспортна мережа магістральних вулиць розширює свої кордони, транспортний потік збільшується у рази. Це сприяє забрудненню повітря викидами автотранспорту, та його впливу на живі істоти. Особлива актуальна ця проблема стосується Індустріального району, в межах якого розташовується велика кількість заводів і пролягає другий найбільший за величиною проспект в місті. Він заснований в кінці 70-х років і розвивається до сьогодні. Але не дивлячись на це, оцінка рівня шумового забруднення в місті і вплив на жителів проводились дуже давно. Тому, дослідження акустичного забруднення Індустріального району міста Дніпра є своєчасним і актуальним науковим завданням.

**Мета роботи:** оцінка рівня шумового забруднення Індустріального району міста Дніпра та зниження акустичного забруднення в умовах щільної міської забудови за допомогою застосування шумозахисного екрану і смуг зелених насаджень.

Для досягнення зазначеної мети були поставлені такі задачі:

1. Проаналізувати та систематизувати відомості про шумове забруднення та його вплив на здоров'я людини, надати характеристику Індустріальному району та всьому місту, оцінити ступінь екологічної небезпеки, проаналізувати існуючі засоби для зниження шумового забруднення.

2. Провести вимірювання шумового забруднення основних вулиць та оцінити їх забруднення транспортними засобами. Виділити окремі зони (вулиці) в межах міста, що мають найбільший акустичний дискомфорт, порівняти шумове забруднення за останні пару років.

3. Розробити заходи зі зменшення впливу шумового забруднення на район міста. Встановити сприятливі зони для комфортного та безпечного проживання за факторами шуму.

4. Розробка заходів з охорони праці при впровадженні запропонованих рішень.

5. Розрахувати витрати щодо впровадженню розроблених технічних рішень.

**Апробація результатів магістерської роботи:** зроблена доповідь на конференції «Молодь: наука та інновації» (Дніпро, 25 листопада 2022 року).

**Публікація:** Ляшкевич А.М. ст. гр. 101 м-21-1, Миронова І.Г. Дослідження акустичного забруднення міста та розробка заходів щодо його покращення // Матеріали ІХ Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Молодь: наука та інновації». Секція – «Сучасні питання екології та захисту довкілля » (м. Дніпро, 23 – 25 листопада 2022 р.). – Д.: НТУ «Дніпровська політехніка», 2022. – С. 256 – 258 (Додаток Б).

## РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ АКУСТИЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ТА ЗАСОБИ ЩОДО ЙОГО ЗМЕНШЕННЯ

### 1.1 Аналіз проблемної ситуації шумового забруднення та шляхів його вирішення

Шум є невід'ємною частиною життя людини і одним з головних факторів роздратування, стресу та втоми. Шумове забруднення - невидима небезпека. Його не можна побачити, але він існує як на суші, так і під водою.

Шумовим забрудненням вважається дратівливий шум антропогенного походження, що порушує життєдіяльність живих організмів і людини. Іншими словами – це перевищення рівня норми природного шумового фону або нездорова зміна характеристик звуку: частоти, швидкості тиску звуку та ін. Воно входить до трійки найбільш значних екологічних порушень в світі. З ростом урбанізації шум став постійною частиною людського життя, одним з істотних параметричних забруднювачів міського середовища. Проблема захисту населення від підвищеного шуму - це в першу чергу, проблема збереження здоров'я. Особливо гостро це питання стоїть у жителів мегаполісів і великих міст. Акустичне забруднення в усьому світі становить близько 70-75% від всіх екологічних забруднень [1].

Шум буває:

1. Механічний, що виникає при взаємодії різних деталей у механізмах (поодинокі або періодичні удари), а також при вібраціях поверхонь машин та обладнання.

2. Електромагнітний, що виникає внаслідок коливань елементів електромеханічних пристроїв під впливом змінних магнітних сил (коливання статора та ротора електричних машин, сердечника трансформатора та ін.).

3. Аеродинамічний, що виникає внаслідок стаціонарних або нестаціонарних процесів у газах (витікання стисненого газу (повітря) з отворів, пульсація тиску при русі потоків газу (повітря) у трубах або при русі в повітрі



тіл з великими швидкостями; горіння рідкого або розпорошеного палива форсунках та ін.).

4. Гідродинамічний шум, що викликається різними стаціонарними та нестаціонарними процесами в рідинах (турбулентність потоку, виникнення гідравлічного удару при швидкому скороченні кавітаційних бульбашок, кавітація в ультразвуковому технологічному обладнанні, рідинних системах літаків тощо).

Шум у виробничих умовах негативно впливає на працівника: послаблює увагу, посилює втому, сповільнює реакцію на небезпеку. Внаслідок цього знижується працездатність та підвищується імовірність нещасних випадків. Тому питання боротьби з шумом на сьогоднішній день є актуальним майже для всіх галузей виробництва[2].

Найбільше акустичне забруднення відбувається завдяки автотранспорту, це пов'язано з ростом чисельності автомобілів, урбанізованістю території, збільшенням інтенсивності і зниженням швидкості руху транспортного потоку. Але шум може впливати і позитивно, наприклад: шум дерев, морського прибою і пташок. Тому варто брати до уваги і таке поняття як інтенсивність шуму (табл. 1.1) [3].

Таблиця 1.1 – Інтенсивність шуму від різних джерел

Старт космічної ракети	140-170 дБ	Постріл гармати
Поріг больового відчуття		
Зліт реактивного літака	120-130 дБ	Реактивний двигун на холостому ході
Рок-концерт	100-110 дБ	Відбійний молоток, снігоход, бензопила
Шум дорожнього руху	80-90 дБ	Потяг
Салон автомобіля	70-60 дБ	Машбюро
Шум натовпу	50-40 дБ	Читальний зал
Сільська місцевість	20-30 дБ	Щепіт на відстані 1м
Зимовий ліс у безвітряну погоду	10 дБ	Шелест листя
Поріг чутливості 0 дБ		

Шум вимірюється в децибелах. Децибел – одиниця, що дорівнює одній десятій одиниці бел. В основі одиниці лежить десятковий логарифм. Одиницю названо на честь американського вченого Олександра Белла. Підсилення в децибелах вимірюється у логарифмічному масштабі [4]. У дБ проводиться спектральний аналіз шуму. Для інтегральної оцінки служить одиниця вимірювань рівня звуку – дБА. Це логарифмічна величина, яка визначає рівень шуму відносно порогу чутності звуку людиною. Різниця між дБ і дБА полягає в тому, що у випадку дБА рівномірна характеристика чутливості по частоті коректується, беручи до уваги слухове сприйняття людини. Така корекція необхідна, тому що вухо людини сприймає і оцінює звуки різних частот по різному. Шум також можна вимірювати і в паскалях – одиниця вимірювання тиску в системі SI, через те, що гучність звуку сприйнята вухом залежить від інтенсивності звукового тиску ( надлишкового змінного тиску, який виникає коли звукова хвиля проходить в повітрі) [5].

За частотною характеристикою шуми бувають:

1. низькочастотний (<400 Гц);
2. середньочастотний (400–1000 Гц);
3. та високочастотний (>1000 Гц) [6].

Швидкість звуку залежить від фізичних властивостей (у першу чергу: модулів пружності і густини) середовища, у якому поширюються механічні коливання, а також від його температури [7].

На сьогоднішній день проблема шумового забруднення є дуже актуальною в Україні, особливо у великих промислових містах, які за останні 100 років прискорили темпи урбанізації. Урбанізація (від лат. urbanus – місто) – це зростання значення міст у суспільному розвитку, з ростом і розвитком міських поселень, збільшенням частки міського населення, поширенням міського способу життя, що проживає на певній території, регіоні, країні [8]. До 1918 року країна була аграрною, 18 % населення мешкало в містах. У повоєнні часи були внесені зміни в процес розширення промислової території України. В 1926-1939 рр. почався процес урбанізації в Україні, коли

було прийнято процес індустріалізації народного господарства, через це, за 13 років міське населення зросло в 2,4 рази [9].

Сьогодні міське населення становить 70% від загальної чисельності населення України [10]. Наша країна посідає одне з перших місць серед країн світу за кількістю крупних міст (населення понад 100 тис.), яких наразі 61. Київ, Одеса і Харків – міста з населенням більше 1 мільйону осіб, міста які майже перетнули позначку в 1 мільйон осіб – Дніпро, Запоріжжя, Львів, Донецьк, Кривий Ріг.

У міру зростання населення збільшується і шум відповідно, на 12–15 дБ у крупних містах України. Ще сто років тому, коли автомобільного транспорту було не так багато, рівень шуму на центральних магістралях міст не перевищував 60 дБ. Наразі, у великих містах є райони, шум перевищує 70 дБ, а на головних магістралях – 90 дБ, і має тенденцію до збільшення, через приріст майбутнього попиту на мобільність. Транспорт генерує до 80 % міського шуму.

Вперше, дані про міський шум були отримані в 20-х роках 20 століття, під час проведення натурних досліджень міських джерел шуму доктором Фрі США і Р. Голтом в Англії. В Україні подібні дослідження були зроблені в 30-х роках: Ржевніним С.М., Нав'язьким Г.Л., Славіним І.І., Олексієвим С.П., Ліфшицем С.Я. та іншими [12].

На даний час, за статистикою Міністерства інфраструктури України автомобільна транспортна система України налічує більше 9,2 млн. транспортних засобів: 6,9 млн. легкових автомобілів, 250 тис. автобусів, 1,3 млн. вантажних автомобілів, понад 840 тис. од. мототранспорту [13].

Крім того, у більшості містах, проходять залізничні магістралі, біля яких рівень звуку в середньому знаходиться в межах 70...90 дБ, що не відповідає нормативним документам, і природного покращення цього рівня не очікується.

Дослідження показали, що шум дорожнього руху сильніше впливає на фасади будинків, розташованих ближче до дороги, що робить ці частини будівлі непридатними для житлових цілей. Згенерований рівень шуму сильно залежить від дорожнього покриття, рисунка протектору шини та конструкції.

Існує дві широкі категорії дорожнього покриття: гнучке (асфальтобетонне – «асфальт») і жорстке (цементобетонне). Асфальтове покриття відрізняється розміром каміння (наприклад, «агрегатний розмір» або «розмір шліфування») і пористістю. Невеликий розмір каменю та висока пористість забезпечують безшумне укладання. Бетонне покриття залежить від фактури поверхні. Мілка текстура створює тиху доріжку.

На рисунку 1.1 показано приклад накладення «тихого» тротуару на поверхню гучної фундаментної дороги (поперечно заточений бетон).



**Рисунок 1.1 – Зображення накладання «тихого» тротуару**

На додаток до підтримки належного опору стійкості для безпеки, однією з основних завдань є підтримка акустичної міцності на тихих тротуарах, особливо взимку. Також на ефективність тротуару щодо зменшення шуму впливає температура повітря.

Багато дослідників і практиків працюють над рекомендаціями та політикою, які дозволяють рутинне використання більш тихих тротуарів, які є одночасно безпечними та довговічними. Що стосується шин, одним з головних важливих факторів є рисунок протектора. Більш широка ширина канавки, кутова канавка, додавання периферійних канавок до поперечного рисунку та рандомізація протектору є характеристиками протектору, які призводять до зниження рівня шуму. Рівні шуму та спектральний вміст шуму автомобільного

транспорту залежать від типу автомобіля, обсягу та швидкості, а також від типу дорожнього покриття. Спектральний вміст для легкових транспортних засобів зазвичай досягає піку на частоті 1000 Гц. Спектральна складова для вантажних автомобілів зазвичай досягає піку на частотах від 500 Гц до 1000 Гц. Кількість вантажних автомобілів, задіяних у транспортному потоці, може мати значний вплив на шумову ситуацію будь-якого придорожнього середовища [14].

Існує кілька способів зниження шуму від джерела на житлових територіях і будинках:

1. Зменшити шум безпосередньо від джерела;
2. Розміщення джерел подалі від шумозахисних зон;
3. Використання огорожувальних конструкцій;
4. Створення штучних або використання природних ландшафтних утворень (виїмки, ґрунтові насипи тощо);
5. Створення зони зелених насаджень;
6. Встановлення шумозахисних екранів між джерелом шуму та територією, що потребує захисту;
7. Встановлення шумозахисних вікон.

Шум негативно впливає на людину. Шум здатний збільшувати вміст в крові таких гормонів стресу, як кортизол, адреналін, норадреналін – навіть під час сну. Чим довше ці гормони присутні у кровоносній системі, тим вище ймовірність, що вони приведуть до небезпечних для життя фізіологічних проблем. Неспецифічний вплив шуму позначається на функціях центральної нервової систем – аж до епілептиформних нападів; травної системи – аж до виразкової хвороби; серця – до інфарктів міокарду; судин – до гострого порушення кровообігу у міокарді, мозку, підшлункової залози та інших органів. Серцево-судинні захворювання можуть виникати, якщо людина постійно ночами піддається впливу шуму гучністю 50дБ або вище – такий шум видає вулиця з інтенсивним рухом. Міський шум можна віднести до факторів ризику виникнення гіпертонічної та ішемічної хвороби. Для того, щоб заробити безсоння, досить шуму в 42 дБ, щоб стати дратівливим – 35 дБ (звук шепоту).

Дія шуму позначається на функціях ендокринної та імунної систем організму, що може проявлятися у вигляді трьох головних біологічних ефектів: зниження імунітету до інфекційних хвороб; зниження імунітету проти розвитку пухлинних процесів; поява сприятливих умов для виникнення та розвитку алергічних та аутоімунних захворювань. При впливі шуму від 85-90 дБ довгий час людина скаржитися на нездужання [15]. Симптоми – головна біль, запаморочення, нудота, надмірна дратівливість (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Як шум впливає на здоров'я людини

<p>Фізичний стан:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•серцевий напад</li> <li>•втрата слуху</li> <li>•відчуття шуму або дзвону у вухах</li> </ul>	<p>Психічний стан:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•депресія</li> <li>•тривожність</li> </ul>
<p>Поведінка:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•порушення сну</li> <li>•роздратованість</li> <li>•агресія</li> </ul>	<p>Когнітивні властивості:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•низька продуктивність праці</li> <li>•порушення навчання</li> </ul>

Під впливом сильного шуму, особливо високочастотного, у органі слуху відбуваються незворотні зміни (специфічний вплив шуму). При високих рівнях шуму слухова чутливість падає вже через 1–2 роки, при середніх – виявляється набагато пізніше, через 5–10 років, тобто зниження слуху відбувається повільніше, туговухість розвивається поступово [16].

Одним з найбільших джерел акустичного забруднення є транспорт: автомобілі, вантажівки, автобуси, залізничний транспорт, літаки. Навіть під час сну практично кожна людина перебуває під негативним впливом шуму. Часто це може супроводжуватися іншим шкідливим чинником – вібрацією.

Шум є одним із вагомих чинників, що викликають роздратованість, під постійним акустичним впливом відбуваються порушення сну, зниження розумової працездатності та розвиток стресу тощо. Транспортний шум створюється роботою двигунів, тертя коліс об дорожнє покриття, гальмування та аеродинамічними особливостями транспортних засобів тощо. Основними

показниками від яких залежить рівень транспортного шуму:

- інтенсивність;
- швидкість;
- склад транспортного потоку [17].

## **1.2 Загальна оцінка стану міста Дніпро за показниками шуму**

Місто Дніпро – багатофункціональний обласний і промисловий центр, важливий транспортний вузол міжобласного значення, центр міської агломерації, він знаходиться у степовій зоні в середній течії Дніпра на північному боці великого Дніпровського закруту, там, де в нього впадає р. Самара. Площа міста – 405 км<sup>2</sup>, у т.ч. забудованої частини – 55 %, ландшафтно-рекреаційних територій – 30%, водних та інших поверхонь – 15 %. Одне з найбільших індустріальних міст України має складну екологічну ситуацію з екологічними проблемами техногенного та природного характеру. На його території розташовані підприємства чорної металургії, хімічної промисловості, машинобудування, виробництва будівельних матеріалів тощо, виробнича діяльність яких є головним чинником негативного впливу на навколишнє середовище, насамперед на стан атмосферного повітря [11].

На Дніпропетровщині високий рівень урбанізації та індустріалізації, внаслідок чого виник цілий комплекс екологічних проблем. Майже вся територія області відноситься до категорії дуже забрудненої, а більше третини – до надзвичайно забрудненої. Найбільш складною екологічною ситуацією характеризуються великі промислові агломерації та райони інтенсивного видобутку та переробки корисних копалин – Дніпропетровсько-Дніпродзержинська агломерація, Нікопольський марганцеворудний басейн, Західний Донбас, Кривбас. Нині екологічна ситуація в Дніпропетровській області характеризується як кризова.

Головні причини кризи:

- перевага розвитку сировинно-видобувних екологічно небезпечних

галузей, велика концентрація небезпечних підприємств у області;

- низький рівень культури виробництва та технологічної дисципліни;
- неконтрольоване накопичення відходів, які самі по собі можуть

створити небезпечні екологічні проблеми, не виключаючи й надзвичайні;

- низька ефективність очисних споруд;
- акустичне забруднення;
- недостатній рівень екологічної освіти керівників усіх рівнів та

населення;

- низька екологічна свідомість суспільства.

У м. Дніпрі ділянки з найбільшим шумовим навантаженням розташовані біля промислових підприємств і транспортних розв'язок. Комплексних досліджень рівня шуму в місті немає, але, за оцінками вчених, сьогодні рівень шуму перевищено в будинках, що знаходяться поблизу заводу «Інтерпайп» (вул. Осіння), Південного машинобудівного заводу (вул. Робоча).

Самий проблемний для людських вух район – Новокодацький. Тут і металургійний завод ім. Петровського, і коксохімічний завод. Від екологічних проблем місто рятує, занепад промисловості - не тільки менше шуму і викидів від заводів, але і менше вантажного транспорту [18].

Не можна назвати тихою життя мешканців центральної частини просп. Д. Яворницького і пл. Вокзальна, де розташований головний залізничний вокзал міста. Транспортні розв'язки традиційно перші в рейтингу гучних місць. На думку вчених, будівництво об'їзної дороги і метро може вирішити цю проблему. Таким чином, центральна частина міста буде суттєво розвантаженою.

На вул. Осінній чують гомін від плавильних печей, а на вул. Робочій – як ганяються двигуни на випробувальному полігоні. Проблеми є і на заводі «Олейна», і на заводі «Дніпромлин». Найкращий спосіб вирішити їх, вважають у ПДАБА, перенести останні два заводи подалі від центру міста, де великим промисловим підприємствам не місце.

Поліпшити ситуацію і якісний транспорт - сучасні автобуси, трамваї,



автомобілі, з тихими двигунами. Центральну частину просп. Д. Яворницького (від вокзалу до вул. Барикадній) багато разів збиралися і зовсім зробити пішохідною. Але поки не добудовано метро, змістити транспорт звідти повністю не вдасться. Також дуже навантажена транспортом центральна набережна міста.

Ще одна проблема – влітку до гучних доріг додаються ще і відкриті майданчики і кафе. Всі вбудовані та прибудовані кафе, кав'ярні, магазини, торгові центри без потрібного шумозахисту стають подразниками для жителів сусідніх будинків. В умовах реконструкції боротьба з шумом виходить куди дорожче, ніж при проектуванні [18].

Один з місцевих новинних каналів «Vgorode» зробили дослідження по вимірюванні шуму. Члени громадської організації "За право громадян на екологічну безпеку" заміряли рівень шуму в різних частинах Дніпра. Результати виявилися зовсім невтішними: шум у різних районах міста перевищує норму (70 дБ). Наприклад, на ж / м Клочко норма шуму перевищена на 9,6 дБ. Рівень шуму на просп. Гагаріна перевищено 4,3 дБ:

1. ж / м Клочко - 79,6 дБ;
2. просп. Д. Яворницького (верх) - 74,6 дБ;
3. просп. Гагаріна (р-н телецентру) - 74,3 дБ;
4. вул. Гоголя - 74,3 дБ;
5. вул. Вернадського - 71,3 дБ [36].

Найбільшу у СРСР лабораторію містобудівної акустики створили саме у Дніпропетровську в сімдесятих роках минулого століття. Було запрошено до неї першого у країні фахівця боротьби з шумом Євгена Павловича Самолюка.

Разом із учнями він об'їздив понад сто міст колишнього СРСР. До кожного населеного пункту робили так звану карту шуму. Її використовували у місцевих ГоловаПУ. На картах враховували як шум від транспорту, так і від виробничих підприємств та інші фактори. У вісімдесятих таку карту зробили і для Дніпропетровська, згодом розробили також генеральну схему шумозахисту нашого міста-мільйонника. За законами Євросоюзу, всі його міста з населенням

від ста тисяч мешканців повинні мати такі схеми. Однією з головних рекомендацій було запровадити систему АСУД – автоматичну систему управління дорожнім рухом. Але із розпадом Союзу все це так і залишилося у планах.

Вчені самі розробили програмне забезпечення, яке дає змогу зробити оцінку акустичного режиму на об'єкті. Але шумові дослідження – задоволення не з дешевих. Тому проводять їх частіше на замовлення. Замовленнями забезпечує і міськрада, і санстанція, і приватні підприємці.

Існують окремі карти вимірювань транспортного шуму та промислового шуму. Вони враховані при складанні генерального плану міста. При його розробці виставляються так звані лічильники – люди, які рахують скільки пройшло транспорту в денний та нічний час. Це робиться для того, щоб визначити необхідну кількість смуг, місця для встановлення світлофорів, визначити траси з великим потоком транспорту та максимально знизити їхній вплив на екологію та здоров'я людей.

Так, на завантаженому просп. Слобожанський у будинках згідно із законом наказують поставити потрійне скло. Якщо рівень шуму все одно перевищує норму, повинні встановлюватися шумозахисні екрани. А під проспектом Дмитра Яворницького планують збудувати підземний тунель, який пройде по вул. Гоголя і вийде на Довгу балку, а потім на Запорізьке шосе. До цього, за словами головного архітектора, вихід максимально розвантажити проспект і залишити на ньому тільки громадський транспорт.

Але для серйозного перепланування та шумозахисту потрібні фінансові кошти, кажуть у ГоловаПУ. А сьогодні їх не вистачає. Тим же, хто хоче жити тихіше, рекомендують селитися у передмісті, де немає великих транспортних магістралей [19].

### **1.3 Нормування шуму в міських і сільських поселеннях**

На території України відносно шуму на міських територіях діють

Державні будівельні норми України, захист територій, будинків і споруд від шуму.

За цими нормами, допустимі рівні шуму у багатоквартирних будинках вдень не повинні перевищувати 55 децибелів, вночі (з 22:00 до 08:00) – 45 децибелів. Для територій, які прилягають до житлових будинків – вдень до 70 децибелів, вночі – до 60 децибелів. Міське суспільство може встановлювати більш зручні рівні допустимого шуму та час їхнього застосування Основними джерелами зовнішнього шуму в міських та сільських поселеннях є потоки автомобільного, залізничного, водного, повітряного транспорту, промислові і енергетичні підприємства та їхні окремі установки, складські і транспортні підприємства, внутрішньо кварталні локальні джерела шуму (трансформаторні і газорозподільні підстанції, спортивні майданчики, майданчики вантаження-розвантаження товарів у магазинах тощо) [20].

Основними внутрішніми джерелами техногенного шуму в будинках різного призначення є технологічне і інженерне обладнання.

Основними джерелами зовнішнього техногенного шуму є потоки автомобільного, рейкового, водного, повітряного транспорту, промислові підприємства та їх окремі установки, комунально-складські і транспортні підприємства, трансформаторні і газорозподільні підстанції, центральні теплові пункти, насосні і компресорні станції, будмайданчики, гаражі, автостоянки тощо.

Джерелами зовнішнього біогенного шуму є стадіони, базари, майдани для мітингів, танцмайданчики, відкриті майданчики культурно-масового відпочинку, спортмайданчики, дискотеки, зоопарки, тваринницькі ферми тощо.

Шумовими характеристиками транспортних потоків і локальних внутрішньо кварталних джерел є:

– для автотранспортних потоків – еквівалентний  $LA_{екв}$  і максимальний  $LA_{макс}$  рівні звуку в дБА на відстані 7,5 м від осі найближчої до розрахункової точки смуги руху транспорту;

– для потоків трамваїв – еквівалентний  $LA_{екв}$  і максимальний  $LA_{макс}$  рівні

звучу в дБА на відстані 7,5 м від осі колії, найближчої до розрахункової точки;

– для потоків поїздів залізниць і наземного метро – еквівалентний  $LA_{екв}$  і максимальний  $LA_{макс}$  рівні звучу в дБА на відстані 25 м від осі колії, найближчої до розрахункової точки;

– для водного транспорту - еквівалентний  $LA_{екв}$  і максимальний  $LA_{макс}$  рівні звучу в дБА на відстані 25 м від лінії суднового ходу;

– для повітряного транспорту – еквівалентний  $LA_{екв}$  і максимальний  $LA_{макс}$ .

За національним стандартом України з розрахунку та проектування захисту від шуму сельбищних територій, шумовими характеристиками потоків автомобільного транспорту (включаючи автобуси й тролейбуси) є еквівалентні  $LA_{екв}$  і максимальні  $LA_{макс}$  рівні звучу в дБА на відстані 7,5 м від осі найближчої до розрахункової точки смуги руху транспорту (табл. 1.3) [21].

За будівельними нормами параметрами постійного шуму є рівні звукового тиску  $L$ , дБ, в октавних смугах з середньгеометричними частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц. Оцінку постійного широкопсмугового шуму допускається надавати у рівнях звучу  $LA$ , дБА.

При розташуванні між смугами руху у різних напрямках розділових смуг, бульварів і пішохідних алей шумову характеристику потоків засобів автомобільного транспорту  $LA_{екв}$  та  $LA_{макс}$  треба визначати окремо для кожного напрямку руху.

Допустимі рівні звукового тиску  $L_{доп}$ , дБ, в октавних смугах нормованого діапазону частот, допустимі рівні звучу  $LA_{доп}$ , дБА, еквівалентні  $LA_{екв доп}$ , дБА, і максимальні  $LA_{макс доп}$ , дБА, рівні звучу в приміщеннях житлових і громадських будинків і на територіях з нормованими рівнями шуму треба приймати відповідно до Додатку А з поправками до неї відповідно до таблиці 1.4.

Згідно Постанови Кабінету Міністрів України № 1662, нейросенсорна приглухуватість (код Н903) під систематичним впливом виробничого шуму входить в Перелік професійних захворювань [23].

Таблиця 1.3 – Нормативні значення рівнів звуку для автомобільного транспорту

Категорії вулиць і доріг	Кількість смуг проїзної частини в обох напрямках	Шумова характеристика транспортного потоку $L_{Аекв}$ , дБА		Шумова характеристика транспортного потоку $L_{Амакс}$ , дБА	
		день	ніч	день	ніч
Магістральні вулиці та дороги загально-міського та районного значення: -безперервного руху	6	84	80	95	91
	8	85	80	96	92
-регульованого руху	4	81	77	95	91
	6	82	78	96	92
	8	83	79	96	92
-районного значення	2	78	73	93	88
	4	79	74	93	88
	6	80	75	94	89
Вулиці та дороги місцевого значення: -житлові вулиці	2	70	60	85	80
	3	72	62	87	82
- дороги в промислових і комунально-складських зонах	2	81	78	95	91
Вулиці та дороги сільських поселень: -селищна дорога	2	80	75	95	90
	4	81	77	95	90
-головна вулиця	2	80	75	95	90
	4	81	77	95	90
-житлова вулиця	2	73	63	88	83
-дорога господарського призначення	1	72	62	87	82

За Наказом Міністерства охорони здоров'я України № 528 від 27.12.01, про гігієнічну класифікацію праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу, надається визначення класу умов праці в залежності від рівнів шуму та перевищення граничнодопустимих рівнів (ГДР) ультразвуку та інфразвуку. При тому рівні, що менше та дорівнюють ГДР, визначають допустимий клас умов праці; рівні звуку 85-115 дБА - шкідливий клас умов праці; рівні звуку > 115 дБА – небезпечний [22].

Таблиця 1.4 – Поправки до допустимих рівнів шуму

Фактор впливу	Умови	Поправка, дБ (дБА)
Характер шуму	Широкосмуговий	0
	Тональний або імпульсний	-5
Місце розташування об'єкта	Курортний район, місця відпочинку, туризму, зелена зона міста	-5
	Новий житловий район, що проектується	0
	Район сформованої забудови	+5

**Примітка 1.** Поправку на місце розташування об'єкта слід враховувати тільки для зовнішніх джерел шуму при визначенні допустимих рівнів звукового тиску, рівнів звуку, еквівалентних і максимальних рівнів звуку для житлових кімнат квартир, спальних приміщень будинків відпочинку і пансіонатів, спальних приміщень в дитячих дошкільних установах і школах-інтернатах, в будинках-інтернатах, для палат лікарень і спальних кімнат санаторіїв, житлових кімнат гуртожитків і номерів і в готелів та територій житлової забудови.

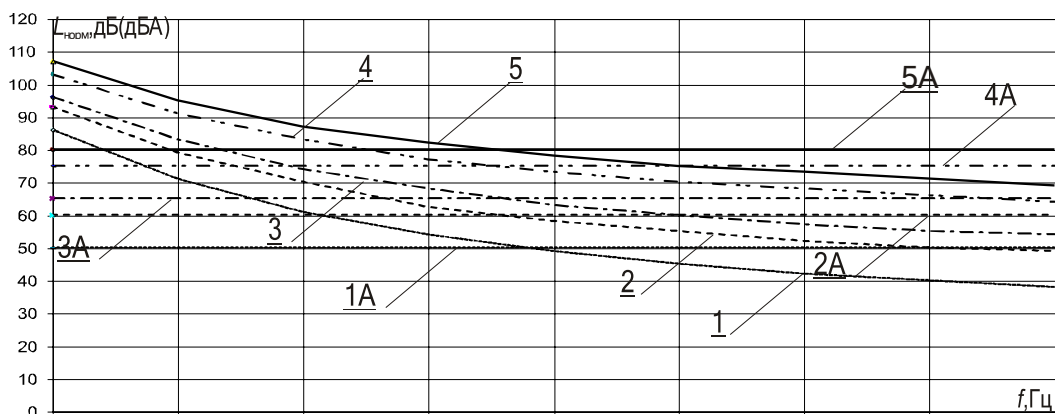
**Примітка 2.** Для об'єктів будівництва у сформованій житловій забудові поправку + 5 дБ (дБА) не враховують.

Характеристика непостійного шуму на робочих місцях – еквівалентний рівень звуку. На рис. 1.2 надано нормативні рівні звукового тиску та рівні звуку на постійних робочих місцях («Санітарні норми виробничого звуку, ультразвуку та інфразвуку» ДСН 3.3.6.037-99) у графічному вигляді (тобто спектри) [24].

Відомо, що зі збільшенням частоти шуму, а також із звуженням ширини смуги частот, на якій знаходиться максимум енергії, що випромінюється, збільшується вплив шуму.

Нормування враховує біологічну небезпеку імпульсного та тонального шуму, а також категорію важкості праці завдяки введенню відповідних поправок.

Розрахунок шуму в приміщеннях і на територіях промислових підприємств, на сельбищних і ландшафтно-рекреаційних територіях, в приміщеннях житлових і громадських будинків від стаціонарних джерел шуму, розрахунок сумарних рівнів шуму, вибір розрахункових точок і визначення необхідного зниження рівнів шуму потрібно виконувати згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-35.



Умовні  
позначення:

— 1	----- 2	..... 3	- · - · - 4	— 5
— 1A	----- 2A	..... 3A	- · - · - 4A	— 5A

1. Творча діяльність, керівна робота з підвищеними вимогами, наукова діяльність, конструювання та проектування, програмування, викладання та навчання, лікарська діяльність; робочі місця у приміщеннях – дирекції, проектно-конструкторських бюро, розраховувачів, програмістів обчислювальних машин, у лабораторіях для теоретичних робіт та обробки даних, прийому хворих у медпунктах (рівень звукового тиску, дБ); 1A Теж, рівень звуку в дБА (=50дБА);
2. Висококваліфікована робота, що вимагає зосередження, адміністративного керівна діяльність, вимірювальні та аналітичні роботи у лабораторії; робочі місця в приміщеннях цехового керівного апарату, контор, лабораторій; 2A. Теж, рівень звуку в дБА (=60дБА)

**Рисунок 1.2 – Нормативні спектри шуму (рівні звуку та звукового тиску згідно ДСН 3.3.6.037-99 для різних видів діяльності)**

Розрахунок шуму на сельбищних територіях міських і сільських поселень, ландшафтно-рекреаційних та інших територіях з нормованими рівнями шуму, в приміщеннях житлових і громадських будинків від транспортних потоків і внутрішньоквартальних джерел, розрахунок шумових характеристик транспортних потоків і локальних внутрішньоквартальних джерел, визначення сумарних рівнів звуку, вибір розрахункових точок і визначення необхідного зниження рівнів звуку потрібно виконувати згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-33.

#### **1.4 Критичний аналіз заходів щодо зменшення акустичного забруднення для забезпечення вирішення проблемної ситуації**

Вирішення проблеми захисту від шуму досягається проведенням

комплексу заходів, щодо послаблення інтенсивності шкідливих виробничих факторів у їхніх джерелах або на шляху поширення звукового тиску

У будь-якому випадку зменшення шуму безпосередньо від джерела повністю усуне ці проблеми, але фінансові та організаційні цілі будівлі перешкоджають цьому. Наприклад, дискотеки, клуби та ресторани за своєю природою є розважальними закладами, і порушення морально-етичних норм мешканцями сусідніх будинків навряд чи призведе до припинення діяльності цих організацій. Норми подібних порушень у нашій країні недостатньо розроблені та наразі недостатні для обмеження такої поведінки. Це призведе до підвищення рівня шуму, що зробить вирішення проблеми шумового забруднення ще більш актуальним.

Розташування джерела шуму подалі від територій, що потребує захисту, є найбільш ефективним і екологічно чистим заходом, але найменш досяжним. Ефективність такого заходу зниження шуму наступна [25]:

$$\Delta L \approx 10 \lg \frac{R}{r_0} \quad (1.1)$$

де  $R$  - найменша відстань від джерела, до зони, що захищається від шуму;

$r_0 = 7,5$  м – відстань, на якій визначається рівень шумової характеристики джерела шуму.

Однак, цей засіб має серйозні недоліки. Його можна використовувати тільки на стадії проектування і в області майбутнього будівництва, і, в першу чергу, це економічно затратно. Також у зв'язку з розвитком рекреаційної діяльності людини, зростанням міського населення та значним дефіцитом територій практично неможливо раціонально розташувати всі будівлі на етапі планування та будівництва. Проте, незважаючи на те, що є багато рекомендацій та вимог щодо усунення локальних проблем, невиконання всіх цих вимог сьогодні стає ще однією проблемою наших міст.

Планування та забудова населених пунктів, згідно ДБН виконується з дотриманням вимог щодо забезпечення нормативного шуму, у приміщеннях житлових і громадських будівель. Забезпечення шумового режиму, що



відповідає санітарно-гігієнічним умовам, повинно здійснюватися шляхом застосування містобудівних та архітектурно-планувальних рішень, адміністративно-організаційних заходів та застосуванням будівельно-акустичних засобів захисту від шуму.

Поліпшенню акустичного режиму населених пунктів сприяють наступні містобудівні та планувальні заходи:

1. Функціональне зонування території з відокремленням санітарно-захисними зонами житлової забудови від промислових, транспортних та розважальних установ та комунікацій.

2. Використання шумозахисних властивостей рельєфу місцевості при проектуванні гучних установ та комунікацій.

3. Формування загальноміської та загально районної системи зелених насаджень.

4. Шумозахисне зонування територій та будівель.

Ізоляція з внутрішньою огорожувальною конструкцією, виготовлення та монтаж внутрішніх звукопоглинальних конструкцій може вирішити локальні проблеми:

- додаткове або багатошарове будівництво, монтаж панелей;
- використання матеріалів з підвищеною звукоізоляцією;
- монтаж підлогових матеріалів;
- монтаж внутрішніх огорожувальних конструкцій;
- підвищити звукоізоляцію вікон.

Елементи огорожувальних конструкцій слід проектувати з матеріалі віз щільною структурою без наскрізних отворів. Огорожі з пористого матеріалу, і повинні мати зовнішній шар щільного матеріалу.

Міжкімнатні стіни та перегородки з цегли, кераміки та шлакобетонних блоків повинні проектуватися з горизонтальним та вертикальним заповненням швів на всю товщину і обштукатуренням з обох боків.

Огорожувальні конструкції треба проектувати так, щоб у процесі

будівництва і експлуатації в стиках не виникало будь-яких щілин і тріщин. Щілини і тріщини, що виникають у процесі будівництва, слід ретельно розчищувати і заповнювати нетвердіючими герметиками або іншими матеріалами на всю глибину.

Нормативна ізоляція повітряного шуму міжповерховими перекриттями у житлових і громадських будинках у багатьох випадках забезпечується самою несучою плитою перекриття при достатній її поверхневій густині. Підвищення звукоізоляції вікон досягається збільшенням товщини скла, збільшенням ширини повітряного проміжку між шарами скла, забезпеченням герметичності притулу стулок, закріпленням скла (склопакета) в рамах на пружних прокладках, застосуванням триплексу та, у деякій мірі, заповненням склопакета важкими інертними газами.

При рівнях шуму біля фасадів будинків, що перевищують допустимі величини, необхідно застосовувати спеціальні шумозахисні вікна, оснащені вентиляційними пристроями з глушниками шуму, або вікна з відповідними конструкціями провітрювачів з функцією шумоглушіння, які в режимі провітрювання забезпечують необхідну звукоізоляцію.

Проте, всі ці заходи, щодо збільшення ізоляції внутрішніми огорожувальними конструкціями виконується, в більшості випадках, для джерел шуму, що розташовані всередині будинку. Наприклад, магазинів, спортзалів, секцій, офісах, складських приміщень. Для захисту від джерел шуму, що знаходяться ззовні, раціональними є лише декілька пунктів, тому для забудовника дотримання всіх цих рекомендацій є не вигідним з економічної точки зору, та з боку витрачених ресурсів. Тому таке рішення проблем майже не застосовується.

Розміщення штучних і природних земляних насипів та джерел шуму в каньйонах, схилах та низовинах також сприяє зниженню рівня шуму, але їх розміщення також вимагає відповідного рельєфу та великих площ, що неможливо досягти в усіх районах міста недосяжно, та забезпечити необхідний захист усіх житлових районів.

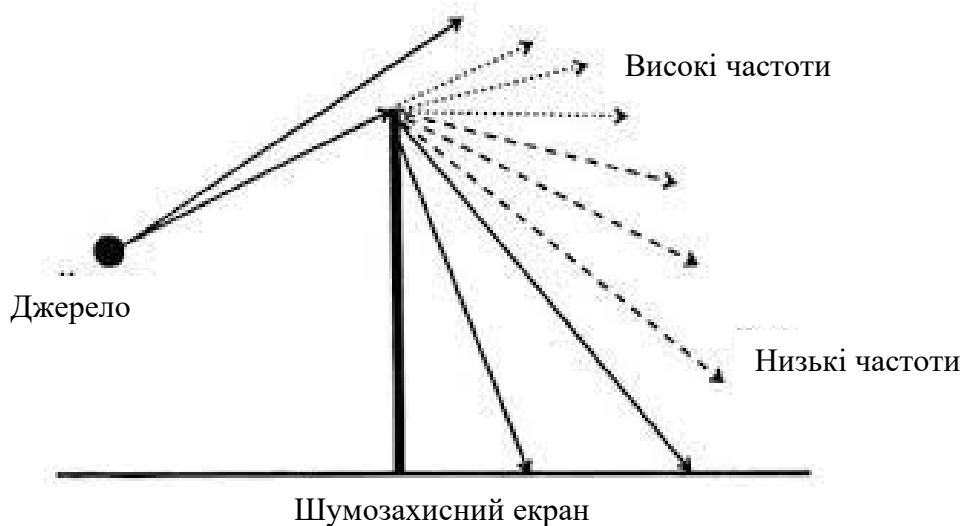
Зелені насадження також використовують як додатковий засіб захисту житла від шуму різних джерел. Такі зони є густими смугами, утвореними з вічнозелених порід дерев і чагарників, є парки, сади або відкриті простори зі значними площами і густим деревним покривом. Однак, на практиці навіть дуже густі насадження дозволяють знизити рівень шуму лише на 5–7 дБ, але цей спосіб захисту дуже складний у реалізації, займає багато часу та ефективний лише в теплу пору року. Способи захисту зелених насаджень доцільно використовувати тільки в комплексі з іншими або для захисту власного невеликого замиського будинку.

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

Конструктивно шумозахисні екрани являють собою панель з заповненням з шумопоглинального або шумовідбивного матеріалу висотою 2–6 метрів. Полотно закріплюється на металевій стійці та зазвичай монтується на бетонну основу. Для поліпшення характеристик екрану надається нахил в сторону джерела шуму, або ж загинається його верхня частина. Тому кут виходу шуму і, відповідно, рівень його дії зменшується. Шумозахисні екрани встановлюються в безпосередній близькості від джерела шуму: узбіччя доріг, залізничні колії, заводи та склади, будівельні майданчики. Полотно закріплюється на металеві стійки і кріпиться до фундаменту, як правило, з бетону. Для поліпшення характеристик екрану надається нахил в сторону джерела шуму, або ж загинається його верхня частина. Таким чином, зменшується кут виходу шуму і відповідно рівень його впливу. Шумозахисні екрани встановлюються в безпосередній близькості від джерела шуму, тобто по краю проїжджої частини, залізничних колій, цехів і депо, будівельних ділянок. Достатня висота шумозахисних екранів визначається розрахунком. Для досягнення необхідних характеристик важливо не допускати розривів і зазорів в конструкції.

Шумозахисні екрани поділяються на три типи за способом захисту від шуму: шумопоглинаючі; шумовідбивні; комбіновані.

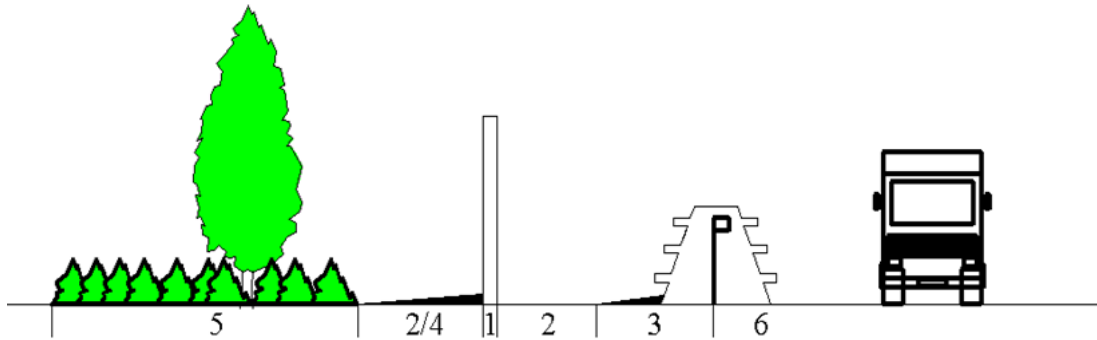
Дифракція або огинання звуковими хвилями перешкоди, може відбуватися і по верху екрану, і навколо нього. Через природу звукових хвиль дифракція не змінює всі частоти рівномірно. Високі частоти (коротші хвилі) дифрагують в меншій мірі; в той час як більш низькі частоти (більш довгі хвилі) дифрагують глибше в «тіньову» зону позаду екрану. Тому екран більш ефективний для зменшення хвиль звуку з високою частотою в порівнянні з хвилями звуку з більш низькими частотами (рис. 1.3). Важливий аспект дифракції – різниця довжини між траєкторією від джерела через вершину екрану до приймача і прямого шляху від джерела до приймача за відсутності між ними перешкод [26].



**Рисунок 1.3 – Розподіл частоти випроміненої хвилі при проходженні крізь шумозахисний екран**

При проектуванні шумозахисних екранів для надання їм кращого зовнішнього вигляду доцільно висаджувати біля них декоративні рослини та зелені насадження. Це буде сприяти уникненню одноманітності вигляду споруд у літній період і одночасно покращить їх шумозахисну ефективність (рис. 1.4).

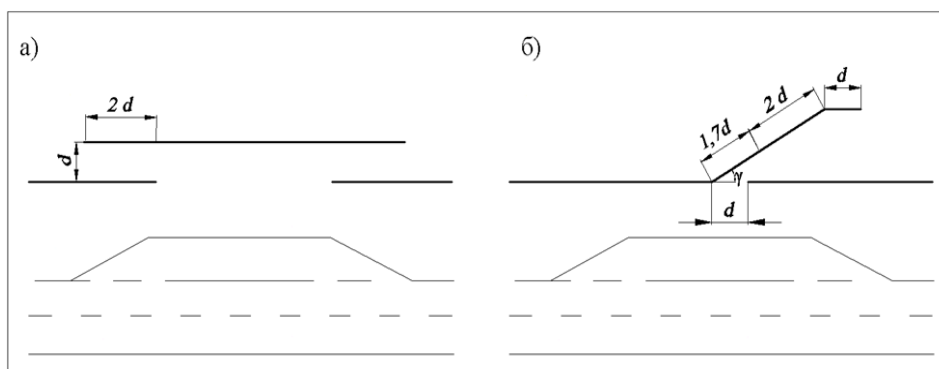
Екрани слід влаштовувати на мінімально допустимій відстані від проїзної частини автомобільної дороги з урахуванням вимог щодо безпеки руху, забезпечення водовідводу та експлуатаційного утримання дороги. При такому встановленні необхідне зниження рівня звуку забезпечується при найменшій висоті екрану.



1 – екран, 2 – зона забезпечення технічного обслуговування екрана, 3 – зона безпеки у фронтальній частині екрана, 4 – зона безпеки для пішоходів, яка може бути об'єднана з зоною технічного обслуговування екрана, 5 – зона зелених насаджень, 6 – бар'єрне огороження

**Рисунок 1.4 – Приклад планувального рішення зменшення транспортного шуму за рахунок комбінації шумозахисних властивостей екрану та зелених насаджень**

У місцях розташування зупинок громадського транспорту слід передбачати проходи в шумозахисних екранах із застосуванням контр- або дубль-споруд, які повинні бути обов'язково звукопоглинальними. Мінімальне взаємне перекриття екранів при цьому повинно становити не менше подвійної ширини проходу (рис. 1.5). Мінімальну ширину проходу визначають відповідно до інтенсивності руху пішоходів (як для тротуарів згідно ДБН В.2.3-4), але не менше ніж 1 м.



$d$  – ширина проходу

**Рисунок 1.5 – Схеми розташування контр-споруди (а) і дубль-споруди (б) біля зупинок громадського транспорту**

В шумозахисних екранах, які більше ніж 500 м в місцях пішохідних переходів слід передбачати виходи з технічними дверима. За відсутності пішохідних переходів по усій протяжності екранів доцільно передбачати через кожні 500 м такі виходи для робітників з експлуатаційного утримання доріг.

Акустичні екрани треба застосовувати тільки спільно з облицюванням огорож приміщення звукопоглинальними конструкціями.

Екранування шуму джерел у лунких приміщеннях без акустичного облицювання неефективне. Акустичні екрани необхідно застосовувати у всіх випадках, коли в облицьованому звукопоглинальними конструкціями приміщенні рівні звукового тиску в розрахункових точках, розташованих в зоні прямого звуку джерела, перевищують допустимі величини на 2 дБ не менше ніж у трьох октавних смугах частот або перевищують на 5 дБ хоча б в одній із октавних смуг

### **1.5 Постановка подальших задач для забезпечення вирішення проблеми шумового забруднення**

З кожним роком шумове забруднення великих міст невинно зростає. Основними джерелами шуму виступають авто-, авіа- і залізничний транспорт, виробничі підприємства. 80 % від загального шуму доводиться на автотранспорт.

Індустріальний район міста Дніпро є одним з найбільш акустично забрудненим. На його території знаходиться велика кількість заводів, пролягає один з найбільших проспектів міста, багато будівельних та дитячих майданчиків.

Отже, у зв'язку зі збільшенням акустичного забруднення у міському середовищі, застосування методів щодо його зниження набуває все більшого значення.

Для досягнення поставленої мети були сформульовані наступні задачі:

1. Проаналізувати методи вимірювання шуму.

2. Провести вимірювання шуму за допомогою шумоміра в Індустріальному районі м. Дніпро.
3. Розрахувати акустичне забруднення району.
4. Порівняти результати розрахунку еквівалентного шуму з результатами за минулий рік.

## РОЗДІЛ 2 ОЦІНКА ШУМОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ В УМОВАХ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ ІНДУСТРІАЛЬНОГО РАЙОНУ МІСТА ДНІПРО

### 2.1 Методи вимірювання шуму

Вимірювання шуму проводиться на постійних робочих місцях у приміщеннях, на території підприємств, на промислових спорудах та машинах (в кабінах, на пультах управління і т.п.).

Результати вимірювань повинні характеризувати шумовий вплив за час робочої зміни (робочого дня).

Встановлюється така тривалість вимірювання непостійного шуму:

- для переривчастого шуму, за час повного робочого циклу з урахуванням сумарної тривалості перерв з рівнем фонового шуму;
- для шуму, що коливається у часі, допускається загальна тривалість вимірювання – 30 хвилин безперервно або вимірювання складається з трьох циклів, по 10 хв. кожний;
- для імпульсного шуму тривалість вимірювання – 30 хвилин.

Вимірювання шуму в октавних смугах або рівня шуму проводиться за допомогою шумоміра, який відповідає діючим вимогам Держстандарту України і має посвідчення про перевірку. Вимірювання еквівалентних рівнів шуму слід проводити інтегруючими шумомірами та шумоінтеграторами.

До та після вимірювань проводять акустичну або електричну калібровку вимірювальних приладів. Різниця в калібровці не повинна перевищувати 1 дБ.

При проведенні вимірювань мікрофон слід розташовувати на висоті 1,5 м над рівнем підлоги чи робочого майданчика (якщо робота виконується стоячи) чи на висоті і відстані 15 см від вуха людини, на яку діє шум (якщо робота виконується сидячи чи лежачи). Мікрофон повинен бути зорієнтований у напрямку максимального рівня шуму та віддалений не менш ніж на 0,5 м від оператора, який проводить вимірювання.

При швидкості руху повітря більш ніж 1 м/с на місці, де проводяться



виміри, мікрофон захищений протиповітряним пристроєм.

При проведенні вимірювань октавних рівнів звукового тиску перемикач частотної характеристики пристрою встановлюють в положенні «фільтр». Октавні рівні звукового тиску вимірюють у смугах з середньгеометричними частотами 63–8000 Гц.

При проведенні вимірювань рівнів шуму та октавних рівнів звукового тиску постійного шуму перемикач часової характеристики пристрою встановлюють в положення «повільно». Значення рівнів приймають за середніми показниками при коливанні стрілки пристрою.

Значення рівнів шуму та октавних рівнів звукового тиску зчитують зі шкали пристрою з точністю до 1 дБА, дБ.

Вимірювання рівнів шуму та октавних рівнів звукового тиску постійного шуму повинні бути проведені у кожній точці не менше трьох разів.

При проведенні вимірювань еквівалентних рівнів шуму, що коливаються в часі, для визначення еквівалентного (за енергією) рівня шуму перемикач часової характеристики пристрою встановлюють в положенні «повільно». Значення рівнів шуму приймають за показниками стрілки пристрою у момент відліку.

При проведенні вимірювань максимальних рівнів імпульсного шуму перемикач часової характеристики пристрою встановлюють в положенні «імпульс». Значення рівнів приймають за максимальним показником пристрою.

Для наочного графічного зображення розподілу рівнів шуму у виробничих приміщеннях рекомендується складати карти шуму.

Максимальний рівень шуму, що коливається в часі та переривається, не повинен перевищувати 110 дБА. Максимальний рівень для імпульсного шуму не повинен перевищувати 125 дБА [27].

Вимірювання інфразвуку проводять на постійних робочих місцях (біля органів керування машин, пультів, в кабінах і т. п.), або в робочих зонах обслуговування при роботі обладнання у характерному режимі.

В кабінах самохідних та транспортно-технологічних машин вимірювання

проводять при відчинених та зачинених вікнах, при цьому, мікрофон розміщують на відстані 15 см від вуха працюючого.

Існують два методи вимірювань рівнів шуму: суб'єктивний і об'єктивний. Для вимірювання суб'єктивним методом служать прилади-фонометри, в яких вимірюваний звук або шум порівнюється з чистим тоном певної частоти, які порушуються спеціальним генератором. Однак через складність вимірювань і залежності їх результатів від характеристик слуху оператора вони мають досить обмежене застосування [28].

## **2.2 Методика дослідження шумового забруднення**

Для виконання за діючими нормативно-технічними документами акустичних розрахунків, основними вихідними даними є шумові характеристики транспортних потоків, за оцінкою шумового режиму в приміщеннях житлових і громадських будівель і на територіях міської забудови, прилеглих до вулично-дорожньої мережі міст та інших населених пунктів, до автомобільних і залізних дорогах, а також до відкритих лініях метрополітену. При вимірюванні акустичних характеристик транспортного потоку доцільно одночасно визначати його інтенсивність та склад руху. Інтенсивність транспортного потоку дорівнює кількості транспортних засобів, що проходять через поперечний переріз дороги в обох напрямках за одиницю часу [29].

Шумоміри, частотні аналізатори використовують для вимірювання характеристик шуму. Для об'єктивного вимірювання рівня звуку застосовують шумоміри. Шумомір є електронним пристроєм, призначеним для визначення рівня гучності. Шум є сукупністю звуків різної частоти, інтенсивності, що вимірюють його в децибелах. Загальна схема шумоміра обирається так, щоб його властивості наближалися до властивостей людського вуха [30].

Перед вимірюванням акустичних характеристик слід визначати метеорологічні умови (температуру повітря, тиск, вологість, швидкість вітру) за

допомогою спеціальних вимірювальних приладів або за офіційними даними метеослужби. Дослідження проводиться в день з гарною погодою та доброю видимістю. Влітку і взимку трафік менше, найкращими порами року для проведення досліджень є осінь і друга половина весни. Вимірювання рекомендується проводити в будні дні (найкраще вівторок-четвер). У понеділок і п'ятницю спостерігаються збільшення трафіку та найвище навантаження, що спричиняє збільшення автотранспорту та заторів на дорогах. У суботу та неділю інтенсивність автомобілів менше. Рекомендується робити вимірювання у районі 15.00–18.00 год. Оскільки, вранці та в обідню пору збільшується транспортний потік.

Місця для проведення вимірювань варто вибирати на прямолінійних ділянках вулиць і автомобільних доріг з усталеною швидкістю руху автотранспортних засобів і на відстані не менше 50 м від перехресть, транспортних площ і зупиночних пунктів пасажирського громадського транспорту. Однією з умов є суха та чиста поверхня проїжджої частини.

При проведенні вимірювань шумових характеристик головна вісь вимірювального мікрофона повинна бути направлена в бік транспортного потоку і перпендикулярно до напрямку дороги. Для попередження небажаних відображень звуку, оператор повинен знаходитися на відстані не менше 0,5 м від вимірювального мікрофона.

Інтегруючими усереднюючими шумомірами слід проводити вимірювання еквівалентного і максимального рівня, а вимір рівня звукового впливу - інтегруючими шумомірами. Допускається застосування комбінованих вимірювальних систем, в тому числі автоматичних, що відповідають технічним вимогам шумомірів згідно ГОСТ 17187-2010 [31].

Схема шумоміра визначається таким чином, щоб якомога більше бути наближеною до властивостей людського вуха. Так як чутливість вуха безпосередньо залежить від частоти звуку і його інтенсивності в сучасному шумоміра існує кілька фільтрів, які визначають різну інтенсивність шуму. Ці фільтри імітують АЧХ вуха відповідно до потужністю заданої звуком.

Називаються ці фільтри АВС D.

А-фільтр відповідає приблизно амплітудно-частотної характеристики середнього вуха при шумі слабкого рівня.

В-фільтр використовується при сильних шумових рівнях.

D-фільтр, розроблений з метою оцінки авіаційного шуму.

Сьогодні, для нормування шуму застосовуються фільтри С і А. При цьому фільтр С використовується для оцінки пікового рівня шуму [41].

Дослідження, проведені Національним інститутом охорони праці показали, що при установці на смартфон зовнішнього каліброваного мікрофона та відповідного додатка (наприклад мікрофон iMM-6, \$15; і додатків NoiSee, SPL Pro, SPLnFFT, SoundMeter) можна досить точно вимірювати рівень шуму від 65 до 95 дБ.

Вимірювання шумового забруднення Індустріального району в місті Дніпро проводилися за допомогою цифрового шумоміра AR814 (рис 2.1).

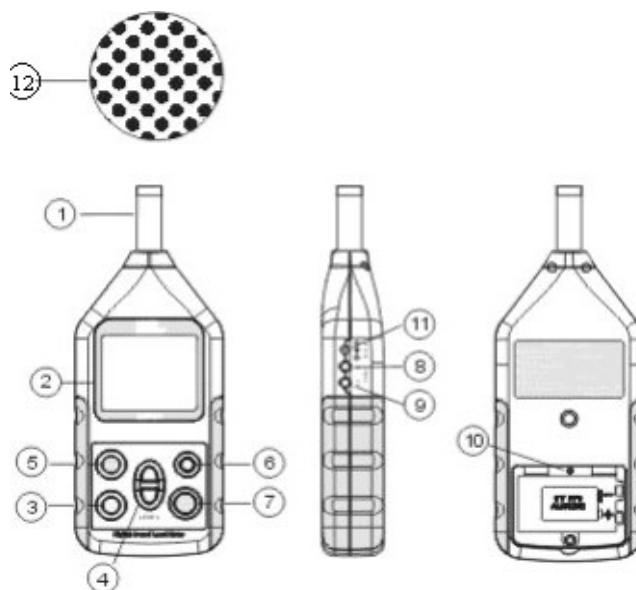
Цифровий шумомір AR814 (рис. 2.1, 2.2) – спеціалізований пристрій для вимірювання характеристик шуму (рівня звука). Цифровий шумомір перетворює аналоговий звуковий сигнал, сприйнятий мікрофоном шумоміра, у вигляд цифрового.



**Рисунок 2.1 – Шумомір AR814**

Діапазон вимірів складає: 30-130 дБА, 35-130 дБС. Характеристики звуку

показані на екрані. Чуттєвість приладу – 2 с, тобто показання на дисплеї відображаються миттєво. Електронний шумомір AR814 використовується в широкому діапазоні сфер застосування.



1 – мікрофон; 2 – дисплей; 3 – кнопка включення; 4 – перемикач контрольних діапазонів; 5 – кнопка фіксації максимального значення; 6 – кнопка вибору частотного навантаження (А – для більшості вимірів, С – для низькочастотних шумів); 7 – кнопка установки часу частотного навантаження (FAST – для звичайних вимірів, SLOW – для середнього рівня плаваючих шумів); 8 – вихід АС; 9 – вихід DC; 10 – гвинт для калібрування (потенціометр); 11 – вхід живлення 9 В; 12 – насадка на мікрофон

**Рисунок 2.2 – Будова шумоміра AR814**

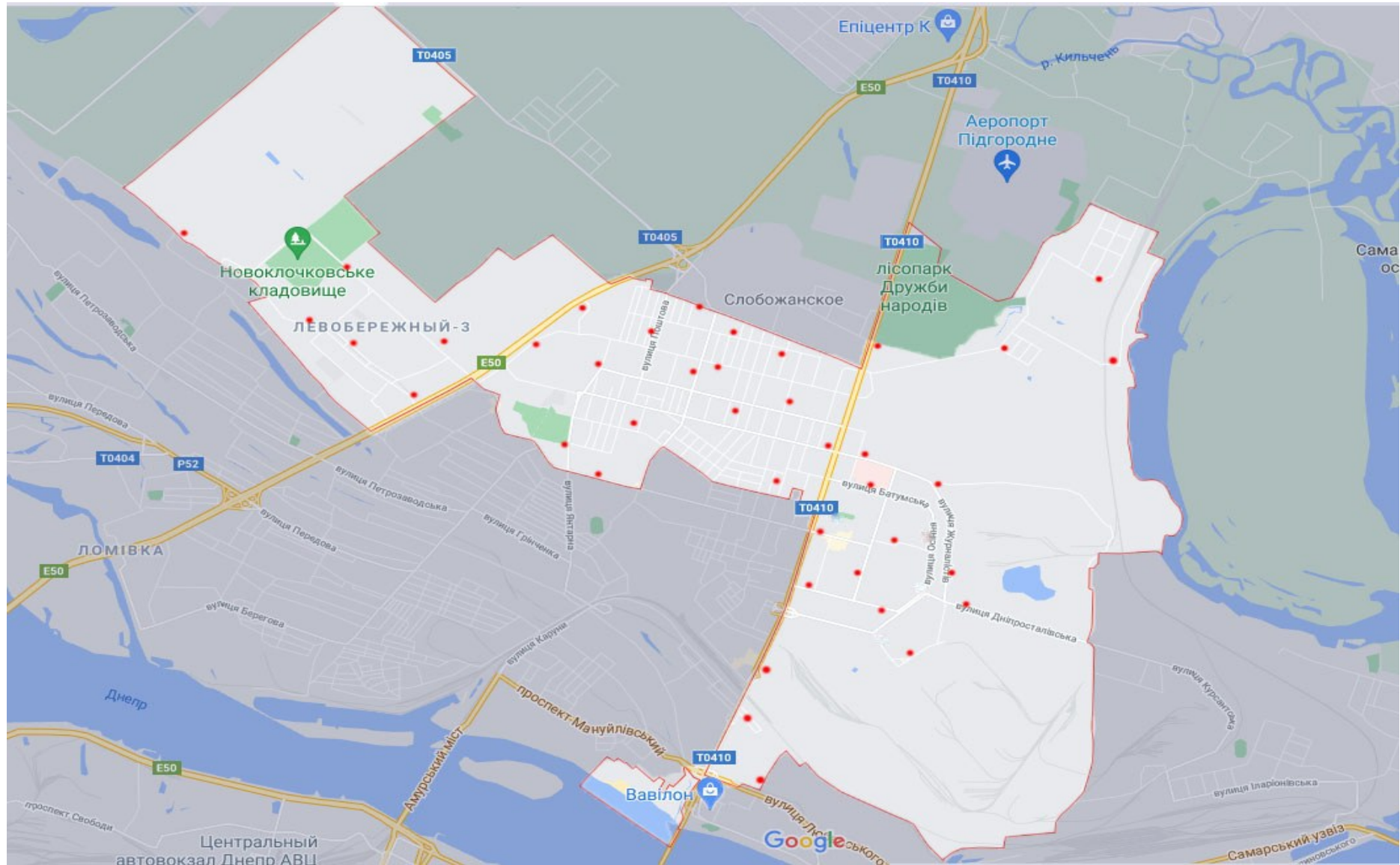
### 2.3 Оцінка рівня екологічної небезпеки Індустріального району

Оцінку рівня акустичного забруднення було умовно поділено на 2 етапи:

1. Вимірювальний етап (вимірювання рівня шуму за допомогою цифрового шумоміра AR814).

2. Розрахунковий етап (обробка отриманих результатів, розрахунок шумового забруднення району).

Для вимірювання біло обрано 42 експериментальні ділянки, точки вимірювання на різні вулицях району (рис 2.3). Результати вимірювань та порівняння з минулим роком шумового забруднення Індустріального району наведено в таблиці 2.1.



**Рисунок 2.3 – Точки вимірювання рівня шуму в Індустріальному районі**

Таблиця 2.1 – Результати вимірювання рівня шуму в Індустріальному районі

№ точки	Назва точки	Рівень шуму 2021 р., дБ	Рівень шуму 2022 р., дБ
1	2	3	4
1	Просп. П. Калнишевського 64	55,2	58,5
2	Вул. Б. Хмельницького 27	61,7	63,4
3	Вул. Б. Хмельницького 13	69,1	70,6
4	Вул. Столетова 1	66,2	63,2
5	Вул. Бердянська 8	55,6	52,4
6	Вул. Г.Корольової 7	63,2	64,5
7	Вул. Бутова 125	57,0	52,8
8	Вул. Ванцетті 15	50,8	49,1
9	Вул. Батумська 28	61,0	65,5
10	Вул. Журналістів 3	64,4	64,0
11	Вул. Каштанова 35	67,0	68,3
12	Вул. Дніпросталівська 3	71,1	72,2
13	Вул. Журналістів 17	65,2	66,6
14	Вул. Байкальська 6	62,2	61,0
15	Вул. Калинова 12	86,5	92,1
16	Просп. Слобожанський 113	75,6	73,5
17	Вул. Травнева 76	46,3	45,2
18	Вул. Академіка Образцова 47	61,2	59,7
19	Вул. Енісейська 97	38,9	42,8
20	Вул. Смоленська 112	37,8	40,6
21	Вул. Оренбурзька 39	39,1	38,1
22	Вул. С. Ковалевської 10	59,8	60,4
23	Вул. Араратська 111	39,2	42,6
24	Вул. Новосибірська 127	43,8	42,1
26	Вул. Кубинська 1	51,7	54,2

Закінчення табл. 2.1

1	2	3	4
27	Вул. Калинова 94	58,2	56,4
28	Вул. Янтарна 51а	68,2	66,4
29	Вул. Воронежська 68	67,7	68,2
30	Вул. Холодильна 62Б	61,8	59,0
31	Донецьке шосе 130	87,2	83,3
32	Вул. Березинська 20	64,3	63,0
33	Вул. М. Міхновського 25	66,8	68,4
34	Вул. Нижньодніпровська 1	76,8	77,9
35	Просп. Миру 1	72,3	70,1
36	Просп. Миру 37	68,3	69,2
37	Вул. Генерала Захарченка 2	64,1	67,9
38	Вул. Іжевська 100	56,4	59,9
39	Вул. Березинська 90	61,5	63,7
40	Вул. Лісозаводська 3	61,3	64,4
41	Вул. Кринична 4	52,7	54,6
42	Просп. Слобожанський 114	76,2	79,4

Вимірювання рівня шуму в Індустріальному районі проводилися згідно методики дослідження шумового забруднення міста. Дослідження проводилися протягом двох діб, у сприятливу сонячну, малохмарну осінню погоду за температури повітря 10–12 °С, вітер західний 4м/с. Через загруженість трафіку у місті Дніпро вимірювання рівня шуму проводились у робочі дні, вівторок та четвер. Час для проведення вимірювань обрано у вечірній час пік 15.00–18:00 год.

Дивлячись на результати вимірювання (табл. 2.1), можна зробити висновок, що найвищий рівень шуму спостерігається на регульованих автомагістралях із найбільшим рівнем транспортного навантаження. Понад 70 дБ рівня шуму фіксуємо на проспекті Слобожанський, проспекті Миру, вулицях



Калинова, Нижньодніпровська та Дніпросталівська і Донецьке шосе. Найвищий рівень шуму спостерігається на основному перехресті: Калинова-Слобожанський. Однак, найнижчі рівні шуму (<40 дБ) зафіксовано на вулицях з приватними домівками, де автомобільний транспорт проїжджає рідко, це вулиця Оренбурзька. Не високим є рівень шуму на невеликих вулицях з приватними будинками: Новосибірська 127 (42,1 дБ), Почтова 92 (42,6 дБ).

Отже, найвищий рівень шуму спостерігається на вулицях Індустріального району із найбільшим автотранспортним навантаженням. Порівнюючи з минулим роком рівень акустичного забруднення на вулицях Індустріального району збільшився 6 дБ, на деяких вулиця навіть стало менше на 1–2 дБ. Але це залежить від потоку транспорту на вулицях. У зв'язку з ситуацією в країні, кількість населення в місті збільшилось на 300 тис. осіб, а отже і автомобільного транспорту стало в рази більше.

Також на збільшення акустичного забруднення впливає сирена. За підрахунками в області та у місті Дніпро із початку повномасштабного вторгнення загалом тривалість сирен досягла більше 37 днів. У самому епіцентрі звуку сирени, рівень шуму перевищує 100 дБ. Це може викликати у людей тривогу та навіть слухові галюцинації, проблеми з нервовою системою.

## **2.4 Визначення еквівалентного шумового забруднення транспортними засобами**

За методикою Н.В. Внукової проводиться визначення еквівалентного рівня шумового забруднення транспортними засобами Індустріального району [32]. Із врахуванням даних Національного стандарту України «Настанова з розрахунку та проектування захисту від шуму сельбищних територій» (ДСТУ-Н Б В.1.1-33:2013) [21].

Розрахунковий рівень еквівалентного звуку на автомобільній дорозі загального користування визначається в дБ за формулою 2.1:

$$L_{A \text{ екв}} = L_{mn} + L_T + L_q + L_y + L_{II} + L_a \quad (2.1)$$

де  $L_{A \text{ екв}}$  – розрахунковий рівень еквівалентного звуку на автомобільній дорозі,

$L_{mn}$  – вимірний рівень звуку від транспортного потоку,

$L_T$  – поправка, що враховує кількість автомобілів в потоці з карбюраторним двигуном,

$L_{\Pi}$  – поправка, що враховує тип покриття проїзної частини (табл. 2.2),

$L_q$  – поправка, що враховує кількість автомобілів в потоці з дизельним двигуном (табл. 2.3),

$L_y$  – поправка, що враховує величину поперечного ухилу дороги (табл. 2.4),

$L_a$  – поправка, що враховує забудову в районі дороги (табл. 2.5).

Таблиця 2.2 – Поправка транспортного шуму в залежності від типу покриття проїзної частини вулиці або дороги, ЛП

Тип покриття	Величина поправки
Асфальт	0
Цементобетон	+3
Бруківка	+5

При проведенні дослідження транспортного навантаження вулично-дорожньої мережі Індустріального району (авт./год.), було встановлено, що співвідношення автомобілів із карбюраторним та дизельним двигуном у потоці становить 35:65% відповідно. Тому для визначення еквівалентного рівня звук на дорогах враховувались відповідні поправки ( $L_T, L_q$ ) (табл. 2.3).

Як результат наведених даних (табл. 2.2, 2.3, 2.4, 2.5) був зроблений розрахунок шумового забруднення, еквівалентного рівня звуку ( $L_{A \text{ екв}}$ ), 42-х точок, які знаходяться в Індустріальному районі (рис. 2.4). Було виявлено (табл. 2.6), що на 17-ти вулицях (Донецьке шосе, просп. Слобожанський, просп. Миру, вул. Калинова, Нижньодніпровська, Дніпросталівська, Б.

Хмельницького, і т.д) рівень шумового забруднення перевищує норму еквівалентного шуму, згідно ДБН В.1.1-31:2013 в день еквівалентний шум повинен дорівнювати не більше 70 дБ. Це на 4 вулиці більше порівняно з 2021 роком. Це пов'язано зі збільшенням трафіку. Низький рівень шуму (<50 дБ) спостерігається на вулицях де розташовані приватні будинки, з цементобетонним покриттям дороги та низькою часткою вантажного і громадського транспорту (вул. Єнісейська, Смоленська, Оренбурзька, Араратська, Почтова).

Таблиця 2.3 – Поправка транспортного шуму в залежності від типу двигуна

Характеристика транспортного потоку	Параметри, %	Поправка
Кількість автомобілів із карбюраторним двигуном, $L_T$	<5	-3,0
	5-20	-2,0
	21-35	-1,0
	36-50	0,0
	51-65	+1,0
	66-85	+2,0
	85-100	+3,0
Кількість автомобілів із дизельним двигуном, $L_q$	<5	0,0
	5-20	1,0
	21-40	2,0
	41-60	3,0

Таблиця 2.4 – Поправка транспортного шуму в залежності від величини поздовжнього ухилу дороги,  $L_u$

Поздовжній ухил вулиці або дороги, %	Величина поправки				
	Частка засобів вантаж. та громадськ. 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

Таблиця 2.5 – Поправка, яка враховує тип забудови в районі дороги, La

Тип придорожньої забудови	Поправка при середніх розривах між будинками на лінії забудови, м			
	понад 30	30-20	19-10	до 10
Двостороння, при ширині вулиці:				
понад 50 м	0	0	0	0
50-40 м	1,0	1,0	2,0	2,0
30-39 м	2,0	2,0	3,0	3,0
20-29 м	3,0	3,0	4,0	5,0
до 20 м	4,0	5,0	5,0	6,0
Одностороння, при відстані від караю проїзної частини до лінії забудови:				
понад 40 м	0	0	0	0
40-25 м	0	0	1,0	1,0
24-12 м	1,0	1,0	2,0	2,0
до 12 м	1,0	2,0	3,0	3,0

Таблиця 2.6 – Результати вимірювання еквівалентного рівня звуку

№ точки	Назва точки	Результати розрахунку еквівалентного рівня звуку 2021 р, дБ	Результати розрахунку еквівалентного рівня звуку 2022 р, дБ
1	2	3	4
1	Просп. П. Калнишевського 64	62,2	65,5
2	Вул. Б. Хмельницького 27	66,7	68,4
3	Вул. Б. Хмельницького 13	74,1	70,6
4	Вул. Столетова 1	71,2	75,6
5	Вул. Бердянська 8	62,6	59,4
6	Вул. Г.Корольової 7	69,2	64,5
7	Вул. Бутова 125	62	57,8
8	Вул. Ванцетті 15	57,3	55,6
9	Вул. Батумська 28	66	70,5
10	Вул. Журналістів 3	69,9	69,5
11	Вул. Каштанова 35	72,5	73,8
12	Вул. Дніпросталівська 3	76,6	77,7
13	Вул. Журналістів 17	70,7	72,1

Закінчення табл. 2.6

1	2	3	4
14	Вул. Байкальська 6	67,2	66
15	Вул. Калинова 12	92	97,6
16	Просп. Слобожанський 113	81,1	79
17	Вул. Травнева 76	56,8	55,7
18	Вул. Академіка Образцова 47	68,2	66,7
19	Вул. Енісейська 97	49,4	53,3
20	Вул. Смоленська 112	48,3	51,1
21	Вул. Оренбурзька 39	49,6	48,6
22	Вул. С. Ковалевської 10	64,8	65,4
23	Вул. Араратська 111	49,7	53,1
24	Вул. Новосибірська 127	50,8	49,1
25	Вул. Почтова 92	48,9	49,6
26	Вул. Кубинська 1	56,7	59,2
27	Вул. Калинова 94	63,2	61,4
28	Вул. Янтарна 51а	73,2	71,4
29	Вул. Воронежська 68	72,7	73,2
30	Вул. Холодильна 62Б	66,8	64
31	Донецьке шосе 130	92,7	88,8
32	Вул. Березинська 20	69,3	68
33	Вул. М. Міхновського 25	71,8	73,4
33	Вул. М. Міхновського 25	71,8	73,4
35	Просп. Миру 1	77,8	75,6
36	Просп. Миру 37	73,3	74,2
37	Вул. Генерала Захарченка 2	69,1	72,9
38	Вул. Іжевська 100	61,4	64,9
39	Вул. Березинська 90	66,5	68,7
40	Вул. Лісозаводська 3	66,3	69,4
41	Вул. Кринична 4	57,7	59,6
42	Просп. Слобожанський 114	81,7	84,9

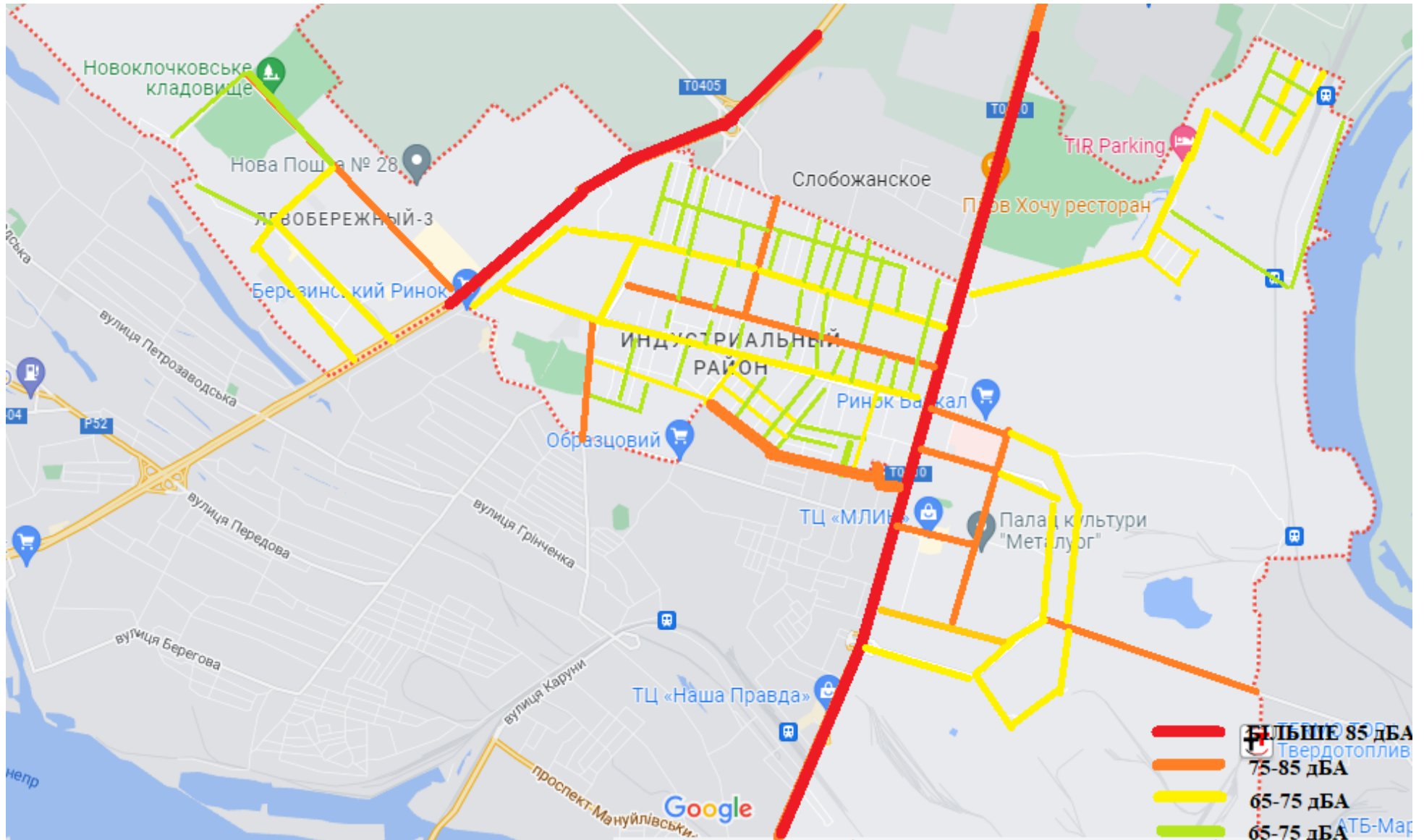
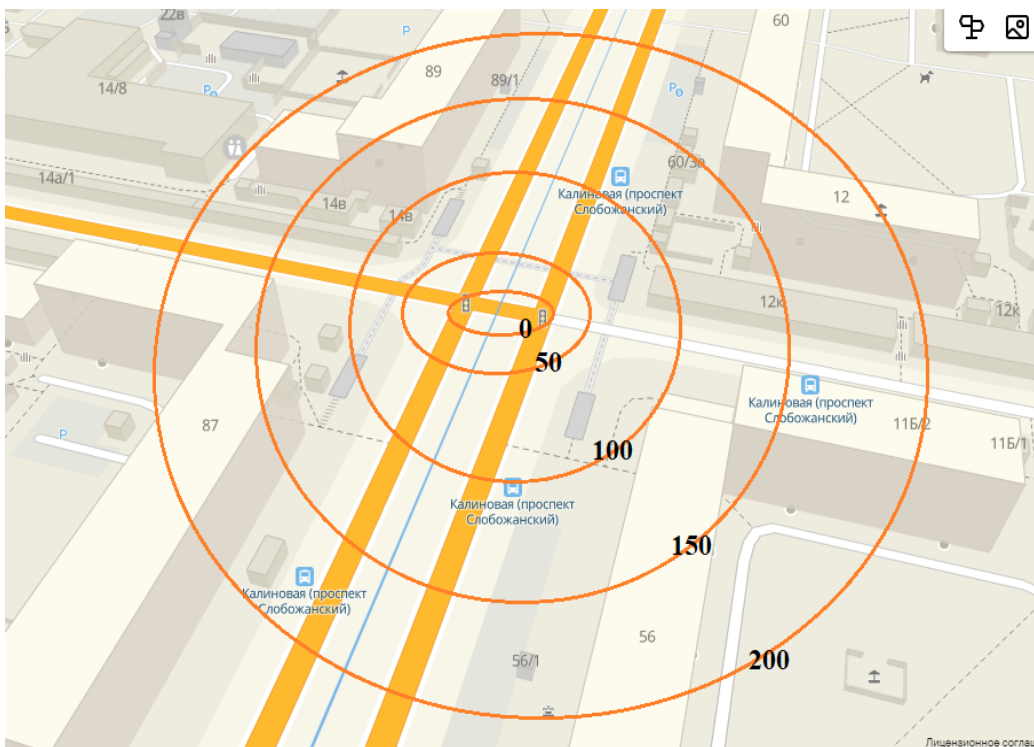


Рисунок 2.4 – Карта еквівалентного шуму Індустріального району

Також, для оцінки шумового навантаження було обране найбільше перехрестя в Індустріальному районі – Калинова-проспект Слобожанський, еквівалентним шумом в 97,6 дБ. Хотілось дізнатися як змінюється шум в залежності від відстані до джерела. Була обрана відстань у 20 м. від кожної точки заміру. Таким чином ми маємо залежність, яка свідчить про зменшення рівня шуму у зв'язку зі збільшенням відстані від джерела забруднення (табл. 2.7, рис. 2.5). Встановлено, що вже на 100 м від джерела шуму, рівень еквівалентного шуму перетинає нормативну та прямує к зменшенню.



**Рисунок 2.5 – Залежність рівня шуму від відстані до його джерела**

**Таблиця 2.7 – Залежність рівня шуму від відстані до його джерела**

дБ	97,6	90,7	82,7	77,5	73,0	70,7	68,8	65,7	65,8	65,0	65,1
м	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200

Отже, автотранспорт виступає основним джерелом шуму в Індустріальному районі і створює середній рівень еквівалентного шуму 67,5 дБ, що відповідає нормам. Однак, на 17-ти вулицях, рівень еквівалентного звуку перевищує нормативи Державних будівельних норм, а це означає, що потрібно

розробити та впровадити практичні заходи щодо мінімізації шумового забруднення окремих вулиць району.

## 2.5 Визначення необхідного рівня зниження еквівалентного шуму

На основі результатів по визначенню рівнів еквівалентного шуму Індустріального району, можна встановити, що у більшості точках потрібно вживати заходів для зменшення шумового забруднення. Щоб розробити заходи зі зниження акустичного, необхідно визначити на скільки потрібно зменшувати рівень еквівалентного шуму у досліджуваних точках. Для цього візьмемо методичку з ДСТУ-Н Б В.1.1-33:2013 [21]. У документі зазначено, що визначення необхідного рівня зниження еквівалентного звуку у досліджуваній точці розраховується за формулою (2.2):

$$\Delta L_{екв. тер} = L_{екв. тер} - L_{екв. доп}, \quad (2.2)$$

де  $\Delta L_{екв. тер}$  – необхідне зниження еквівалентного рівня звуку, дБ;

$L_{екв. тер}$  – еквівалентний рівень звуку у розрахунковій точці, дБ;

$L_{екв. доп}$  – допустимий еквівалентний рівень звуку на території житлової забудови, дБ.

Еквівалентний рівень шумового забруднення від транспортних засобів ( $L_{екв. тер}$ ) визначений попередньо (табл. 2.6). Кожна точка має конкретну адресу прив'язку до житлового будинку, які розташовані вздовж досліджуваної придорожньої території.

У зв'язку з цим формула 2.2, для визначення рівня зниження еквівалентного звуку на території житлової забудови, може застосовуватись у даному дослідженні. Допустимий еквівалентний рівень звуку ( $L_{екв. доп}$ ) на території яка безпосередньо прилягає до житлової забудови, згідно ДБН В.1.1-31:2013, у денний час становить 55 дБ [20].

Відповідно до цих даних, можемо розрахувати необхідний рівень зниження еквівалентного звуку на 42 точках вимірювання Індустріального району міста Дніпро (табл. 2.8).



Таблиця 2.8 – Результати визначення необхідного рівня зниження еквівалентного шуму в Індустріальному районі м. Дніпро

№ точки	Назва точки	Результати визначення еквівалентного рівня звуку придорожньої території, дБ	Необхідний рівень зниження еквівалентного шуму, дБ
1	2	3	4
1	Просп. П. Калнишевського 64	65,5	10,5
2	Вул. Б. Хмельницького 27	68,4	13,4
3	Вул. Б. Хмельницького 13	70,6	15,6
4	Вул. Столетова 1	75,6	20,6
5	Вул. Бердянська 8	59,4	4,4
6	Вул. Г.Корольової 7	64,5	9,5
7	Вул. Бутова 125	57,8	2,8
8	Вул. Ванцетті 15	55,6	0,6
9	Вул. Батумська 28	70,5	15,5
10	Вул. Журналістів 3	69,5	14,5
11	Вул. Каштанова 35	73,8	18,8
12	Вул. Дніпросталівська 3	77,7	22,7
13	Вул. Журналістів 17	72,1	17,1
14	Вул. Байкальська 6	66	11
15	Просп. Слобожанський 113	97,6	42,6
16	Вул. Калинова 12	79	24
17	Вул. Травнева 76	55,7	0,7
18	Вул. Академіка Образцова 47	66,7	11,7
19	Вул. Єнісейська 97	53,3	Не потрібно
20	Вул. Смоленська 112	51,1	Не потрібно
21	Вул. Оренбурзька 39	48,6	Не потрібно
22	Вул. С. Ковалевської 10	65,4	10,4
23	Вул. Араратська 111	53,1	Не потрібно
24	Вул. Новосибірська 127	49,1	Не потрібно
25	Вул. Почтова 92	49,6	Не потрібно
26	Вул. Кубинська 1	59,2	4,2
27	Вул. Калинова 94	61,4	6,4
28	Вул. Янтарна 51а	71,4	16,4

Закінчення табл. 2.8

1	2	3	4
29	Вул. Воронежська 68	73,2	18,2
30	Вул. Холодильна 62Б	64	9
31	Донецьке шосе 130	90,8	33,8
32	Вул. Березинська 20	68	13
33	Вул. М. Міхновського 25	73,4	18,4
34	Вул. Нижньодніпровська 1	83,4	28,4
35	Просп. Миру 1	75,6	20,6
36	Просп. Миру 37	74,2	19,2
37	Вул. Генерала Захарченка 2	72,9	17,9
38	Вул. Іжевська 100	64,9	9,9
39	Вул. Березинська 90	68,7	13,7
40	Вул. Лісозаводська 3	69,4	14,4
41	Вул. Кринична 4	59,6	4,6
42	Просп. Слобожанський 114	84,9	29,9

За результатами проведених розрахунків можемо зробити висновок, що в Індустріальному районі міста Дніпро на шести вулицях не потрібно зменшувати еквівалентний рівень шуму. Тоді як на 36 вулицях потрібно вживати заходів для зменшення акустичного забруднення на 1–42 дБ.

Було встановлено 5 груп досліджуваних точок за рівнем збільшення еквівалентного шуму:

1. Перша група – це вулиці, біля яких знижувати рівень еквівалентного звуку не потрібно: вул. Єнісейська 97, вул. Смоленська 112, вул. Араратська 111, вул. Новосибірська 127, вул. Почтова 92, вул. Оренбурзька 39.

2. Другу група – вулиці, які потребують зменшення рівня шуму на 1-10 дБ: вул. Холодильна 62Б, вул. Бердянська 8, вул. Бутова 125, вул. Г. Корольової 7, вул. Калинова 94, вул. Травнева 76, вул. Ванцетті 15, вул. Кубинська 1, вул. Іжевська 100, вул. Кринична 4.

3. Третя група – вулиці, які потребують зниження шуму на 10-20 дБ: Просп. п. Калнишевського 64, вул. Б. Хмельницького 27, вул. Б. Хмельницького 13, вул. Батумська 28, вул. Журналістів 3, вул. Каштанова 35, вул. Журналістів

17, вул. Байкальська 6, вул. Академіка Образцова 47, вул. С. Ковалевської 10, вул. Янтарна 51а, вул. Воронежська 68, вул. Березинська 20, вул. М. Міхновського 25, просп. Миру 37, вул. Генерала Захарченка 2, вул. Березинська 90, вул. Лісозаводська 3.

4. Четверта група – це вулиці, біля яких знижувати рівень еквівалентного звуку потрібно на 20-30 дБ: вул. Столетова, вул. Дніпросталівська 3, вул. Калинова 12, вул. Нижньодніпровська 1, просп. Миру 1, просп. Слобожанський 114, Донецьке шосе 130.

5. П'ята група – з найвищим рівнем шуму, від 30 дБ: просп. Слобожанський 113.

## **2.6 Аналіз результатів дослідження акустичного забруднення Індустріального району**

Провівши дослідження шумового забруднення Індустріального району та проаналізувавши 42 точки, було з'ясовано, що майже вся територія піддається акустичному навантаженню і потребує заходів щодо його зниження. Середній рівень шуму становить 61,4 дБ. Це трохи більше ніж минулого року (60,8 дБ). Таке підвищення є не критичним і обумовлюється збільшенням кількості транспортних засобів.

В середньому еквівалентний рівень шуму в Індустріальному районі середньому становить 67,5 дБ. Це значення не перевищує норму, але на окремих вулицях шум досягає більш ніж 80 дБ, що негативно впливає на людське здоров'я.

Також було визначено залежність рівня шуму від відстані до його джерела. Вимірювання проводились на гучному перехресті, де рівень шуму перетнув межу 95 дБ. Було встановлено, що на відстані 200 м від епіцентру, рівень шуму не перевищує норму.

На основі визначених рівнів еквівалентного шуму Індустріального району, можна встановити, що у більшості точках потрібно вживати заходів для

зменшення шумового забруднення. Допустимий еквівалентний рівень звуку на території яка безпосередньо прилягає до житлової забудови, згідно ДБН В.1.1-31:2013, у денний час становить 55 дБ. Тільки на 6 вулицях рівень шуму не потребує зниження. На останніх 36-ти вулицях потрібно зменшити рівень еквівалентного шуму.

## РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЩОДО ЗНИЖЕННЯ АКУСТИЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ

### 3.1 Шумозахисні екрани як засіб щодо зниження шумового забруднення в районах житлової забудови

Серед методів захисту від шумового забруднення найбільш поширені:

1. Застосування звукоізоляції, звукопоглинання та екранування;
2. Застосування смуг зелених насаджень

Про розробці заходів для зменшення акустичного забруднення Індустріального району, було враховано усі особливості та специфіку шумового забруднення м. Дніпро.

Шумозахисні екрани – конструкція, що зводиться вздовж великих проспектів, автомагістралей, залізничних шляхів для зменшення шуму. Розташовуються, як правило, на високошвидкісних магістралях, які проходять повз житлових і офісних районів. Установка екрану зменшує шумове забруднення на 20-30 децибел, а також значно підвищує ціну нерухомості і землі в цьому районі.

Шумозахисний екран – це конструкція, до якої входять:

- фундамент;
- металеві опори;
- акустичні конструктивні елементи;
- ущільнювачі та закріплюючі матеріали.

За функціональним призначенням шумозахисні екрани розділяють на два типи: шумовідбивні (прозорі и непрозорі) та шумопоглинаюч (непрозорі, які мають наповнювач – мінеральну вату).

З огляду на закони поширення шумових хвиль, для ефективного шумозахисного екрану необхідно правильно виконати акустичний проект, у якому будуть визначені геометричні розміри, конфігурація та розташування його елементів.

1. Акустичний проект:

– правильне виконання акустичних розрахунків з метою визначення геометричних розмірів, конфігурації та розміщення екранів;

2. Будівельний проект:

– згідно вимог акустичного проекту з геометрії екрану, згідно геології, геодезії та норм вітрового району, розробляється економічний варіант фундаменту;

3. Застосування якісних конструктивних елементів:

– обов'язковий антикорозійний захист всіх металевих деталей;  
– акустичні елементи в конструкції екрана повинні мати показник звукоізоляції не нижче 24 дБа;

4. Монтаж:

– важливим фактором є коректність виконання монтажних робіт при збиранні конструкції екрана;

– не допускаються розриви в полотні екрану (виключення – застосування конструкції екрана), тріщини і розриви, як в конструкції, так і між конструкцією та полотном дороги [29].



**Рисунок 3.1 – Шумозахисні екрани**

*Шумопоглиняючі екрани*

Основним конструктивним елементом екрана є шумопоглинаюча панель.

Панель виготовляють з оцинкованого металу товщиною 0,7–1,2 мм з подальшим нанесенням полімерного покриття (будь-який колір згідно з RAL). Шумопоглинаюча панель може бути як без перфорації, так і з перфорованою передньою стінкою, що збільшує поглинаючу здатність (коефіцієнт поглинання). Панель має форму коробка і заповнюється мінеральною ватою (щільність 75–175 кг/м<sup>3</sup>) у захисній від вологи плівці.

#### *Шумовідбивні екрани*

Основним конструктивним елементом екрану є шумовідбивна касета, яку виготовляють з акрилового скла або монолітного полікарбонату (з межею витривалості не менш 60 МПа та здатністю пропускати світло не менш 88 %). Завдяки високій здатності пропускати світло шумовідбивні екрани мають можливість огляду та перешкоджають виникненню тунельного ефекту.

#### *Комбіновані екрани*

Конструкція комбінованих екранів містить у собі шумопоглинальні панелі в сполученні з шумовідбивними екранами.

Екрани захищають перехожих і проживаючих поруч мешканців від дорожнього пилу і бруду та від засліплення фарами (у випадку з непрозорими екранами). При ДТП можуть захищати від уламків. Таким чином, навіть при проходженні в безпосередній близькості від жвавої траси – є можливість створити тихий житловий район, що дає можливість більш ефективно витратити придорожню територію.

При проектуванні необхідно враховувати, що екрани повинні бути одним із зорових орієнтирів, які дозволяють водіям передбачити на великій відстані, в тому числі і за межами видимості, зміни напрямку дороги, що сприяє вибору безпечного режиму руху транспортних засобів [30].

Недоліки шумозахисних екранів:

1. Обмежують простір видимості для водіїв;
2. Зменшують освітленість і обмеження огляду, спотворення кольору і зображення;
3. Обмежують крокову доступність цієї ділянки траси (у разі необхідності

негайної допомоги або якщо потрібно негайно залишити ділянку траси);

3. Навпіл ділять місцевість;

4. Дорогі матеріали – в середньому від 800 до 3 тисячі гривень за м<sup>2</sup> без урахування робіт по установці, при чому для ефективного захисту від шуму рекомендується висота не менше 3 метрів і з запасом по довжині – 5 метрів з двох сторін [33].

Основні переваги:

1. Максимальна ефективність шумозахисту

– застосування акустичних конструктивних елементів з показником звукоізоляції не нижче 30 дБа.

2. Високі експлуатаційні характеристики, довговічність конструкції

– всі металеві деталі в конструкції екрану оброблені методом горячого оцинкування, товщиною покриття не менш ніж 80 мкм, що в свою чергу продовжує строк користування продукцією до 30 років.

3. Простий та швидкий монтаж

– правильно вибрані конструкторські рішення, відносно виробництва елементів екрана, надають можливість легко та оперативно проводити монтажні роботи.

4. Комплексне виконання замовлення «під ключ»

– проектування-виробництво-монтаж [29].

*Конструктивні вимоги до шумозахисних екранів:*

1. Звукопоглинальні конструкції повинні відповідати вимогам чинних санітарно-гігієнічних і протипожежних норм та загальним будівельним вимогам, таким як довговічність, механічна міцність, економічність, легкість очищення, декоративність.

2. Якщо в результаті акустичного розрахунку встановлено, що застосування тільки звукопоглинального облицювання не забезпечує необхідного зниження рівнів шуму, то для його зниження до допустимих величин потрібно, окрім звукопоглинального облицювання, застосовувати додаткові засоби захисту від шуму, зокрема такі як кабінні спостереження і



дистанційного управління, спеціальні звукоізолюючі бокси для розміщення найбільш шумного устаткування, вібропоглинальні покриття на тонкі вібруючі металеві поверхні технологічного устаткування, звукоізолюючі кожухи на шумні агрегати або їх окремі вузли, акустичні екрани і вигородки.

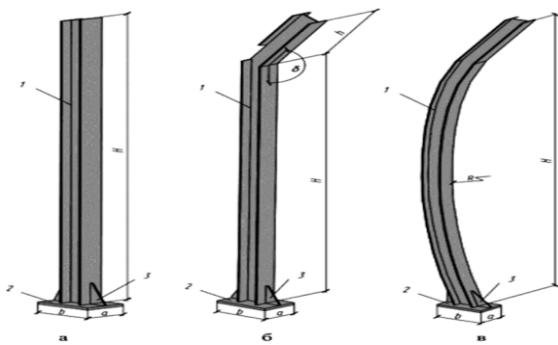
3. Акустичні екрани треба застосовувати тільки спільно з облицюванням огорож приміщення звукопоглинальними конструкціями. Екранування шуму джерел у лунких приміщеннях без акустичного облицювання неефективне.

4. Проектування і улаштування акустичних екранів слід виконувати згідно з положеннями розділу 7 ДСТУ-Н Б В.1.1-32 [20].

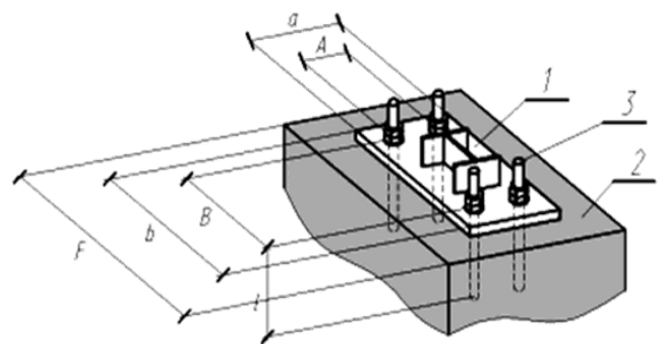
5. Покриття зовнішніх поверхонь шумозахисних споруд повинне бути стійким до впливу ультрафіолетового випромінювання і абразивного стирання [30].

Монтаж екрану здійснюється в наступній послідовності:

1. На кріпильних елементах встановлюються стійки шумозахисних екранів (рис. 3.2);



а - прямая стойка; б - прямая стойка с козырьком; в - криволинейная стойка; 1 - тело стойки; 2 - опорная пластина стойки; 3 - элементы усиления стойки



а - ширина пластины; б - длина пластины; А, В - межосевые расстояния между анкерами; F - ширина фундамента; 1 - глубина установки анкера; 1 - стойка экрана; 2 - фундамент экрана; 3 - фундаментные болты

**Рисунок 3.2 – Основні типи стійок та приклад кріплення стійки екрана на болти**

2. У прольотах між стійками встановлюється опорний профіль таким

чином, щоб щілина між підставою і полотном екрану була відсутня, далі проводиться монтаж акустичних панелей згідно інструкції з монтажу;

3. Панелі монтуються в горизонтальні профілі перфорованої стороною до джерела шуму;

4. Шумозахисні панелі заводяться між стійками на м'яких стропах і плавно опускаються до проектного положення;

5. Кріплення панелей. Вони фіксуються на кріплення, які можуть комбінуватися, якщо застосовується кілька різновидів екранів [32].

#### *Експлуатаційні і технічні вимоги до шумозахисних екранів*

При влаштуванні шумозахисних екранів слід застосовувати екрани, які пройшли випробування на вітрові, снігові та сейсмічні навантаження, термостійкість, вібропоглинання і мають інструкції з експлуатації та паспорт. У технічній документації на шумозахисний екран повинна бути зазначена фактична звукоізоляція екрана або його панелей, а для звукопоглинальних і комбінованих екранів – додатково характеристика коефіцієнта звукопоглинання, визначені експериментально в лабораторних умовах.

Звукоізоляція конструкції шумозахисного екрана повинна бути не менше ніж на 15 дБА від його необхідної акустичної ефективності.

Значення звукоізоляції і коефіцієнта звукопоглинання підлягають контролю при сертифікації панелей шумозахисних екранів.

Конструкції окремих елементів шумозахисних екранів повинні забезпечувати щільне їх прилягання один до одного для створення акустично непрозорого екрана. Будь-які зазори або нещільності в конструкції екрана недопустимі.

Прогнозовані рівні шуму на сельбищних територіях міських та сільських поселень визначають акустичними розрахунками у відповідності до вимог ДБН В.1.1-31. Величини зниження рівня звуку ШЗС визначають у розрахункових точках на сельбищних територіях міських та сільських поселень згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-33. Звукоізоляцію огорожувальних конструкцій будинків визначають згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-34.

Матеріали для виготовлення усіх елементів конструкцій екрана повинні бути довговічними, стійкими до атмосферних впливів та механічних засобів очищення. Згідно з ГБН В.2.3-37641918-556:2015 [33], термін експлуатації повинен бути: – для стінок, анкерних вузлів та фундаменту – не менше ніж 20 років; – для панелей екранів – не менше ніж 10 років.

Площа Індустріального району складає 33 км<sup>2</sup>, доречно встановити шумозахисні панелі на ділянках з найвищим рівнем шумового навантаження, по проспекту Слобожанський (рис. 3.3), де рівень еквівалентного шуму більше 90 дБ. Загальна довжина екранів сягає 2 км.



**Рисунок 3.3 – Фото проспекту Слобожанський**

На проспекті щодня проїжджає тисячі машин, автобусів та фур та є одним з головних автомагістралей в місті Дніпро. Панелі допоможуть зменшити рівень шуму на 20-30 дБ, для жителів придорожніх будинків, магазинів.

Оскільки екран встановлюється вздовж проспекту то його встановлення повинно мати мінімальний вплив на житлові забудови. Тому екран повинен володіти максимальними звукопоглинальними властивостями.

З акустичних міркувань виготовлення екрану із світлопрозорих елементів не рекомендовано. Рекомендується застосовувати вертикальний екран-стінку.

При даному взаємному геометричному розташуванні екрану, похилий екран мало вплине на збільшення його ефективності, при цьому конструкція екрану помітно ускладниться.

Екран може бути виготовлений з:

- панелей шумозахисних з перфорацією виробництва «Торговий дім», Завод «Євроформат»;
- з бетонних панелей товщиною не менше 80 мм;
- з каменів стінових з поверхневою масою не менше 100 кг/м<sup>2</sup>.

При виготовленні екрану із панелей типу сандвіч необхідно дотримуватися наступних вимог:

- сталеві листи повинні бути покриті шаром цинку товщиною не менше 80 мкм, а також, по можливості, полімерним покриттям для збільшення строку служби екранів;
- такі ж вимоги до антикорозійного покриття висуваються до стійок та інших сталевих елементів екрану;
- мінеральна вата що використовується при заповненні повинна бути густиною 80-100 кг/м<sup>3</sup>;
- мінеральна вата повинна бути захищена від дії атмосферних впливів.

Одним із варіантів захисту є ПВХ плівка товщиною не менше 50 мкм.

При цьому монтаж шумозахисного екрану повинен виключати будь-які щілини та отвори.

При необхідності забезпечення проходу крізь шумозахисний екран можливе улаштування дверей чи воріт розміри яких по можливості мають бути мінімальні. При цьому входні двері (ворота) повинні бути виготовлені по типу сандвіч (метал-мінеральна вата- ЦСП-мінеральна вата-метал) з конструкцією аналогічній панелям шумозахисного екрану.

В нижній частині шумозахисного екрану доцільно улаштувати бетонний цоколь висотою 0,5–1,0 м. Це дозволить зменшити вплив атмосферних опадів на нижні панелі шумозахисного екрану. Наявність перфорованого листа в шумозахисному екрані і розташованому за ним шару мінеральної вати та ЦСП

– дозволить збільшити звукопоглинальні властивості екрану в широкому діапазоні частот що призведе до зменшення впливу шуму на житлові забудови.



**Рисунок 3.4 – Панель шумозахисного екрану**

### **3.2 Зниження акустичного забруднення за допомогою зелених насаджень**

У Дніпрі загальна площа зелених насаджень на магістральних і житлових вулицях складає 544,0 га, що становить 38% від нормативної потреби.

Для досягнення нормативу – 14,4 м<sup>2</sup> зелених насаджень загального користування на одного мешканця міста (ДБН 360-92\*\*) їх площа у Дніпропетровську на 2036 р. повинна складати 1466,8 га з урахуванням прогнозованої чисельності населення 1018,6 тис. осіб [31].

Дефіцит площі зелених насаджень загального користування становить 922,8 га, пропонуємо створити додаткові смуги зелених насаджень на території Індустріального району загальною площею 7 га. Зокрема, рекомендується висаджування деревних насаджень за адресою вул. Дніпросталівська 3, просп. вул. Нижньодніпровська 1, просп. Миру 1, де спостерігається один із найвищих рівнів еквівалентного шуму (понад 80 дБ), та по проспекту Слобожанський, для ефективної шумозахисної роботи захисних екранів.

Для ефективної роботи смуг зелених насаджень вздовж доріг, необхідні

території з потрібною шириною та віддаленістю від житлових будинків. В Індустріальному районі рекомендується створювати смуги з одно-, дво- і трьохрядними шумопоглинаючими насадженнями.

Зелені насадження, розташовані між джерелом шуму та житловими будинками, ділянками для відпочинку можуть значно знизити рівень шуму. Ефект зростає з наближенням рослин до джерела шуму. Другу групу доцільно розміщувати безпосередньо біля об'єкта, що захищається.

Звукові хвилі, натрапляючи на листя, хвою, гілки, стовбури дерев різної орієнтації, розсіюються, відбиваються чи поглинаються. Крони листяних дерев поглинають близько 25% звукової енергії, що падає на них. Зниження шуму рослинами залежить від конструкції, віку, щільності посадок та крони, асортименту дерев та чагарників, спектрального складу шуму, погодних умов тощо.

При неправильному розташуванні зелених насаджень стосовно джерел звуку з допомогою відбивної здатності листя можна отримати протилежний ефект, посилити рівень шуму. Це може статися при посадці дерев із щільною кроною по осі вулиці у вигляді бульвару. У цьому випадку зелені насадження відіграють роль екрану, що відображає звукові хвилі до житлової забудови.

Рядові посадки дерев з відкритим простором підкрони шум не поглинають, так як між поверхнею землі і низом крон створюється своєрідний звуковий коридор, в якому багаторазово відбиваються і складаються звукові хвилі. Відображення звуку відбувається насамперед у зоні прямого контакту з поверхнею шумозахисної смуги і залежить від конструкції смуги, що застосовується, і щільності фронтальної зони, що сприймає звуковий удар.

Кращий ефект зниження шуму досягається при багатоярусній посадці дерев з густими кронами, що стуляються між собою, рядами чагарника, що повністю закривають простір підкрони.

Добре знижують шум смуги з рослин з високою питомою вагою (усі хвойні породи в середньому на 6–7 дБ ефективніше знижують рівень шуму при тих же параметрах смуг, ніж листяні, але в міських умовах їхнє застосування

ускладняється високою чутливістю до забруднення навколишнього середовища). Найчастіше використовують ялицю, ялину, тую, сосну, ялівець

Зелена смуга шириною 100 м. поглинає шум не менше ніж 8 дБ. Найраціональнішим вважають паралельне розміщення шумозахисних насаджень, краями яких відбувається багаторазове відбиття і дифузне розсіювання звуків. Захисні насадження слід розташовувати від джерела шуму на віддалі, що дорівнює середній висоті насадження [34].

Однак однієї шумопоглинальної властивості недостатньо, насадження повинні мати високі показники газозахисту, фітонцидності, поглинанням SO<sub>2</sub> тощо. До таких рослин належать: тополя канадська, тополя чорна, тополя пірамідальна, тополя бальзамічна, ясен звичайний (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Газопоглинальна здатність деревних рослин та середня відносна стійкість до газопилових викидів (за Вергелесом, 2000)

Рослина	Поглинання SO <sub>2</sub> однією рослиною, т/вегет. період	Середня відносна стійкість газопилових викидів, бал
Клен ясенелистий	4	30
Тополя чорна	4	180
Тополя канадська	3,8	180
Ясен звичайний	3,8	170
Тополя пірамідальна	3,75	180
Гіркокаштан кінський	3,6	100
В'яз граболистий	3,5	80
Клен гостролистий	3,5	20
Яблуня домашня	3,75	50
Липа серцелиста	3,5	100
Робінія псевдоакація	3,4	20
В'яз гірський	3,3	80
Тополя бальзамічна	3,3	180
Абрикос звичайний	3,25	50
Береза повисла	3	90
В'яз гладкий	3	80
Горобина звичайна	3	50

Окремим показником для насадження на вулицях є здатність до боротьби з хвороботворними бактеріями. Високими фітонцидними властивостями характеризуються: дуб звичайний, клен гостролистий, сосна звичайна, береза повисла, ялина звичайна, осика, ліщина, черемха, ялівець звичайний.

Багато вчених повідомляють про шумопоглинальні особливості газонів і вертикального озеленення. Газон, як повідомляє Ф. Сен-Марк може знизити шум на 6 дБ. Зелена маса ліан, які вкривають стіни, збільшує їх звукопоглинання в 6-8 разів, а також сприяє розсіюванню звукової енергії [34].

Оптимальна ширина шумозахисної смуги в міських умовах знаходиться в межах 10–30 м. Збільшення ширини смуги не дає істотного зниження шуму. Смуга шириною 10 м повинна складатися не менше трьох рядів дерев.

Дерева, посаджені в шаховому порядку (високі дерева ближче до джерела шуму) з чагарником, підліском, знижують рівень шуму на 3–4 дБ більше, ніж рослини в рядовій конструкції, що мають однакові розміри та характеристики смуг.

Рослини не тільки покращують акустичну ситуацію в місті, а й служать дієвим засобом оздоровлення міського середовища, регулюючи та покращуючи санітарно-гігієнічні та мікрокліматичні показники, надаючи позитивний психологічний та естетичний вплив.

Зовнішній вигляд та довговічність рослин у шумозахисній смузі багато в чому визначаються ступенем впливу міського середовища та екологічними особливостями рослин (насамперед їх димо- та газостійкістю та здатністю зберегти свої властивості при тривалому впливі вихлопних газів автомобілів).

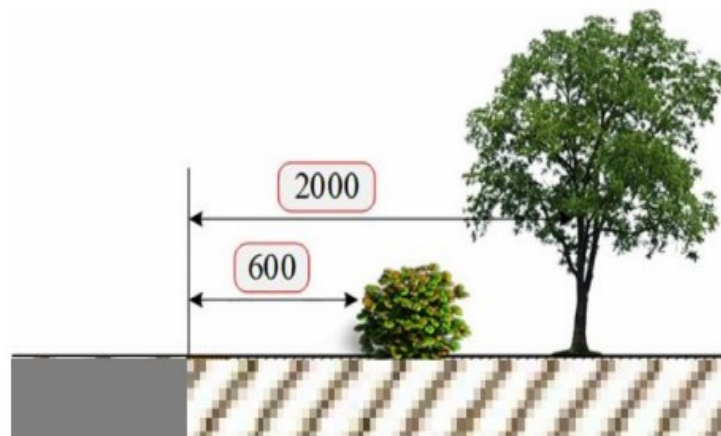
Багато вчених повідомляють про шумопоглинальні особливості газонів і вертикального озеленення. Газон, як повідомляє Ф. Сен-Марк може знизити шум на 6 дБ. Зелена маса ліан, які вкривають стіни, збільшує їх звукопоглинання в 6-8 разів, а також сприяє розсіюванню звукової енергії [34].

Також для кращого захисту від шумового забруднення пропоную запровадити такі заходи: заборона автостоянок уздовж проїжджої частини, удосконалення систем регулювання світлофорів, підвищення якості



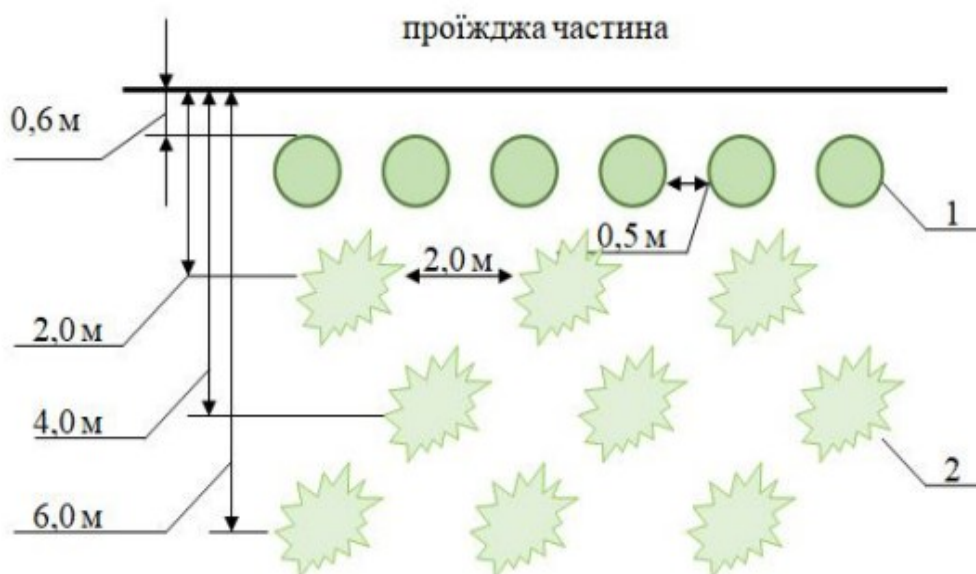
громадського транспорту, налагодження стану асфальтного покриття, створення об'їзних магістралей для вантажівок, слідкування за швидкістю автомобілів і об'єктивна система штрафів. Під час будівництва будівель беззаперечно дотримуватись Державних будівельних норм, створювати рекреаційні зони, парки, сквери, алеї вздовж проїжджої частини.

На рис. 3.5 графічно зображені вимоги щодо розміщення рослин вздовж проїзної частини.



**Рисунок 3.5 – Розташування рослин вздовж проїзної частини**

Схематичне розташування зелених насаджень з урахуванням вимог щодо відстані між рослинами наведено на рис. 3.6.



**Рисунок 3.6 – Схематичне розміщення зелених насаджень на вул. Вернадського**

До переваг такого захисту можна віднести: вартість; покращення екологічного стану прилеглої території.

До недоліків: необхідна територія значно більша ніж для шумозахисного екрану; необхідний догляд (прибирання листви, підстригання кущів) тощо.

На проспекті Слобожанський рекомендується створити зелену захисну смугу довжиною 2000 м, в допомогу до шумозахисних екранів. А також на вулицях четвертої групи, біля яких знижувати рівень еквівалентного звуку потрібно на 20–30 дБ: вул. Столєтова, вул. Дніпросталівська 3, вул. Калинова 12, вул. Нижньодніпровська 1, просп. Миру 1, просп. Слобожанський 114, Донецьке шосе 130, рекомендується висадити додаткові смуги зелених насаджень.

### **Висновки за розділом:**

1. Для поліпшення стану акустичного забруднення рекомендується встановити трьох метровий шумозахисні екрани вздовж просп. Слобожанський.

В нижній частині шумозахисного екрану доцільно улаштувати бетонний цоколь висотою 0,5–1,0 м. Це дозволить зменшити вплив атмосферних опадів на нижні панелі шумозахисного екрану. Наявність перфорованого листа в шумозахисному екрані і розташованому за ним шару мінеральної вати та ЦСП – дозволить збільшити звукопоглинальні властивості екрану в широкому діапазоні частот що призведе до зменшення впливу шуму на житлові забудови.

2. На 6-ти вулицях, де рівень еквівалентного шуму перевищує 70 дБ, а саме: вул. Столєтова, вул. Дніпросталівська 3, вул. Калинова 12, вул. Нижньодніпровська 1, просп. Миру 1, просп. Слобожанський 114, Донецьке шосе 130, потрібно створити системи додаткових зелених насаджень.

## ВИСНОВКИ

Шумове забруднення стоїть в одному ряду по небезпечності із забрудненням атмосфери чи водного середовища. Найбільший його чинник – автомобільний транспорт. На нього припадає до 80% акустичного забруднення. В Україні рівень шуму біля житлових будинків не повинен перевищувати 70 дБ. Його перевищення може негативно впливати на здоров'я людини.

Тривала дія шуму на організм людини призводить до розвитку хронічної перетомі, зниження працездатності, виникнення таких симптомів як поганий сон, сонливість, зниження слуху, порушення терморегуляції. А інколи навіть повну втрату слуху. Часткові заборони на використання автотранспорту в міських районах мають мінімальний вплив на зниження рівня звуку.

Дніпро - великий промисловий центр, з майже мільйоном мешканців, площею 409,718 км<sup>2</sup>. Регіон один з найбільш забруднених в Європі. У промислових районах спостерігається велика концентрація металургійних, гірничодобувних, машинобудівних і хімічних підприємств. Загальні викиди забруднюючих речовин в атмосферу перевищують 1 тону на рік, що є 17% від загального обсягу.

Основні результати кваліфікаційної роботи:

1. В Індустріальному районі була проведена заміри шуму та оцінка шумового забруднення транспортними засобами. Оцінка проводилась за методикою Н.В. Внукової. В її результати було встановлено, що найбільший еквівалентний рівень шуму спостерігається на найбільших магістралях: Донецьке шосе та проспект Слобожанський – більше 90 дБ та може впливати на здоров'я людини, ще на 15 вулицях перевищення Державних будівельних норм в 70 дБ.

2. За результатами проведених розрахунків можемо зробити висновок, що в Індустріальному районі міста Дніпро на шести вулицях не потрібно зменшувати еквівалентний рівень шуму. Тоді як на 36 вулицях потрібно вживати заходів для зменшення акустичного забруднення на 1–42 дБ.

3. Також була з'ясована залежність рівня шуму від відстані до його джерела. Вимірювання проводились на гучному перехресті, де рівень шуму перетнув межу 95 дБ. Було встановлено, що на відстані 200 м від епіцентру, рівень шуму не перевищує норму.

4. Для поліпшення стану акустичного забруднення рекомендується встановити шумозахисні екрани на проспекті. Також на 6-ти вулицях де рівень еквівалентного шуму перевищує 70 дБ потрібно створити системи додаткових зелених насаджень.

5. Загальна вартість шумозахисних екранів становить 6 980 000 грн. Капітальні витрати на придбання зелених смуг насаджень становить 1 064 500 грн.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Арламов О.Ю. Конспект лекцій з дисципліни «Основи охорони праці» Київ 2015 р..
2. Класифікація шумів [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <https://bstudy.net>. – Загол. з екрану.
3. Основні принципи проектування шумозахисного скління [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <https://www.wikipro.ru>. – Загол. з екрану.
4. Децибел [Електронний ресурс ] – режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org> – Загол. з екрану.
5. Паскаль [Електронний ресурс ] – режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org> – Загол. з екрану.
6. Шум [Електронний ресурс ] – режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org> – Загол. з екрану.
7. Швидкість звуку [Електронний ресурс ] – режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org> – Загол. з екрану.
8. Урбанізація [Електронний ресурс ] – режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org> – Загол. з екрану.
9. Історія міст України [Електронний ресурс ] – режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org> – Загол. з екрану.
10. Демографічний паспорт України. Державна служба статистики України [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://database.ukrcensus.gov.ua> – Загол. з екрану.
11. Регіональна доповідь Дніпропетровська область [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <https://adm.dp.gov.ua> – Загол. з екрану.
12. Самолюк Є.П. Боротьба з шумом і вібрацією у промисловості. - Київ: Вищ. шк., 2001. - 166с.
13. Статистичні дані по галузі автомобільного транспорту. Міністерство інфраструктури України. [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <https://mtu.gov.ua> – Загол. з екрану.

14. Rochat J. L., Reiter D. Highway traffic noise //Acoust. Today. – 2016. – Т. 12. – №. 4. – С. 38

15. Гігієна праці [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://uz.dsp.gov.ua> – Загол. з екрану.

16. Вплив шуму на здоров'я людини [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <https://www.dtv.dn.ua> – Загол. з екрану.

17. Фурман О., Вовк Ю. Транспортний шум та його вплив на довкілля. Березень 2021 р. С. 2.

18. Зниження шуму в Дніпрі [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://uanews.dp.ua> – Загол. з екрану.

19. Шум у Дніпрі [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <https://gorod.dp.ua> – Загол. з екрану.

20. ДБН В.1.1-31:2013. Захист територій, будинків і споруд від шуму. Затверджено: наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 27.12.2013 № 630 чинний з 01.06.2014.

21. ДСТУ-Н Б В.1.1-33:2013. Настанова з розрахунку та проектування захисту від шуму сельбищних територій. Затверджено: наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 10.07.2013 р. № 306, чинний з 2014-01-01.

22. Наказ Міністерства охорони здоров'я України № 528, про затвердження Гігієнічної класифікації праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу, від 27.12.01.

23. Постанова № 1662 Кабінету міністрів України Про затвердження переліку професійних захворювань, від 8 листопада 2000 р., м. Київ

24. Постанова № 37 Міністерства охорони здоров'я України Про санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку ДСН 3.3.6.037-9937 від 01.12.99, м. Київ.

25. Дидковский В.С. Направленные свойства согнутых линейных

массивов излучателей звука / В.С. Дидковский, С.А. Лунева, В.П. Заец // Электроника и связь. – 2011. – №4.

26. Г.И. Евгеньев. Применение шумозащитных экранов на автомобильных дорогах США : Режим доступа до ресурсу : <http://www.masstar.ru/shumozashchitnye-ekrany/stati-idokumenty/sbarriersusa/>

27. Постанова № 37 Міністерства охорони здоров'я України Про санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку ДСН 3.3.6.037-9937 від 01.12.99, м. Київ.

28. Шумомір [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <https://uk.info-4all.ru/obrazovanie> – Загол. з екрану.

29. Шумозахисні екрани [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://euroformatroad.com> – Загол. з екрану.

30. В.2.3-37641918-556:2015 СПОРУДИ ШУМОЗАХИСНІ. Вимоги до проектування, м. Київ, 2015р..

31. Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, м. Дніпропетровськ. Внесення змін до регіонального плану розвитку міста. м. Київ, 2015р.

32. Типова технологічна карта. Установка шумозахисних екранів на автомагістралях [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <https://perekos.net> – Загол. з екрану.

33. Шумозахисний екран [Електронний ресурс ] – режим доступу до ресурсу: <https://ru.wikipedia.org> – Загол. з екрану.

34. Кучерявий В. Озеленення населених місць: Підручник. Львів: Світ, 2005.

35. Правила дорожнього руху [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <https://vodiy.ua/pdr/> – Загол. з екрану.

36. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці на будівництві: ДБН А.3.2-2-2009. Київ. 2012 р.

37. Умови праці водіїв дорожніх машин та дорожніх робочих при будівництві та ремонті [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу:

<https://oppb.com.ua/> – Загол. з екрану.

38. Інструкція з охорони праці при виконанні робіт на висоті [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://leg.co.ua/> – Загол. з екрану.

39. Виробнича вібрація [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <https://www.sop.com.ua> – Загол. з екрану.

40. ГОСТ 20444-85. Шум. Транспорті потоки. Методи вимірювання шумової характеристики

41. Вимірювальні прибори. Шумомір [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://standart-m.com.ua> – Загол. з екрану.



**Нормативні значення рівнів звуку й звукового тиску для житлових і громадських будівель і їх території**

Приміщення і території	Рівні звукового тиску L (еквівалентні рівні звукового тиску L <sub>экв</sub> ) у дБ в октавних смугах частот з середньгеометричними частотами в Гц									Рівні звуку L <sub>дй</sub> еквівалентні рівні L <sub>дэкв</sub>
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	в дБА
1. Палати лікарень і санаторіїв, операційні лікарень	76	59	48	40	34	30	27	25	23	35
2. Житлові кімнати квартир, житла будинків відпочинку і пансіонатів, спальні приміщення в дитячих дошкільних установах і школах-інтернатах	79	63	52	45	39	35	32	30	28	40
3. Кабінети лікарів лікарень, санаторіїв, поліклінік, зали для глядачів концертних залів, номери готелів, житлові кімнати в гуртожитках	76	59	48	40	34	30	27	25	23	35
4. Території лікарень, санаторіїв, безпосередньо прилеглі до будівлі	76	59	48	40	34	30	27	25	23	35
5. Території, безпосередньо прилеглі до житлових будинків (у 2 м від конструкцій, що огорожують), майданчики відпочинку мікрорайонів і груп житлових будинків, майданчики дитячих дошкільних установ, ділянки шкіл	89	75	66	59	54	50	47	45	43	55
6. Класні приміщення, учбові кабінети, аудиторії шкіл і інших учбових закладів, конференц-зали, читальні зали, зали для глядачів театрів, клубів, кінотеатрів, зали судових засідань і нарад	79	63	52	45	39	35	32	30	28	40
7. Робочі приміщення управлінь, робочі приміщення конструкторських, проектних організацій і науково-дослідних інститутів	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
8. Зали кафе, ресторанів, їдальнь, фойє театрів і кінотеатрів	89	75	66	59	54	50	47	45	43	55
9. Торговельні зали магазинів, спортивні зали, пасажирські зали аерофлотів і вокзалів, приймальні пункти підприємств громадського обслуговування	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60

