

**Всеукраїнський конкурс студентських наукових робіт
зі спеціальності «Автомобільний транспорт»**

Шифр «Шум»

**ДОСЛІДЖЕННЯ ШУМОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА
КОМПЛЕКСУ ШУМОЗНИЖУЮЧИХ ЗАХОДІВ НА ПРИКЛАДІ ОДНОГО З
МІКРОРАЙОНІВ М. ЖИТОМИРА**

2020

АНОТАЦІЯ

Повний обсяг роботи становить 30 сторінок друкованого тексту, містить 15 рисунків, 6 таблиць, використано 20 літературних джерел.

Актуальність наукової роботи –в сучасних умовах розвитку урбанізованих територій все більш зростає значимість задач із захисту від шумового впливу. У зв'язку із зростанням кількості автомобільного транспорту (який є найпоширенішим джерелом шуму), індустріалізацією міст, зростанням транспортної рухливості населення, ростом технічного оснащення міського господарства збільшуються рівні шумового забруднення. З огляду на невідпинне зростання чисельності автомобілів, проблема зменшення шумового навантаження на довкілля залишається актуальною.

Мета наукової роботи – дослідження шумового навантаження та розробка комплексу шумознижуючих заходів в мікрорайоні Хмільники міста Житомир.

Завдання наукової роботи: дослідження шуму та шумового навантаження на навколишнє середовище; визначення джерел шумового навантаження на урбанізованих територіях; вивчення методів оцінювання шумового навантаження; створення карти шумового навантаження; проектування заходів зі зниження шуму для мікрорайон; визначення прогнозного рівня шумового навантаження для мікрорайону після впровадження запроєктованих заходів.

Методика дослідження – загально-наукові методи дослідження: аналіз та узагальнення, для оцінки достовірності результатів експериментів використовувалися математико-статистичні методи, для побудови карт шуму використовувалися методи математичного моделювання в середовищі Matlab.

**ЗВУК, ШУМ, ШУМОВЕ НАВАНТАЖЕННЯ, АВТОТРАНСПОРТ,
ШУМОПОГЛИНАЮЧА ЗДАТНІСТЬ, ШУМОЗАХИСНИЙ ЕКРАН**

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1	
Проблема акустичного забруднення міського середовища (літературний огляд).....	5
1.1. Загальні відомості про шум та шумове навантаження.....	5
1.2. Джерела шумового навантаження урбанізованих територій.....	6
1.3. Методи зниження шумового впливу від роботи автотранспорту....	7
РОЗДІЛ 2	
Програма та методика досліджень шумового забруднення.....	9
2.1. Програма досліджень.....	9
2.2. Методи оцінювання шумового навантаження.....	10
2.2. Створення карти шумового навантаження	13
РОЗДІЛ 3	
Визначення рівня шумового забруднення на прикладі одного з мікрорайонів м. Житомира (Хмільники)та розробка комплексу шумознижуючих заходів	14
3.1. Вивчення шумопоглинаючої здатності захисних смуг різного складу.....	14
3.2. Визначення сучасного стану шумового забруднення мікрорайону Хмільники.....	18
3.3. Проектування заходів зі зниження шуму для мікрорайону Хмільники.....	22
3.4. Визначення прогностичного рівня шумового навантаження для мікрорайону після впровадження запроєктованих заходів	24
ВИСНОВОК	28
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	29

ВСТУП

Розвиток людства супроводжується все більшим відривом від природного середовища та посиленням антропогенного впливу на довкілля. Зростають несприятливі наслідки у вигляді техногенних факторів, до яких відноситься і звук.

Урбанізовані території зазнають активного впливу шосейних доріг і залізниць, аеродромів та портів. До цих джерел шуму відносяться також залізничні вузли і станції, великі автовокзали і автогосподарства, мотелі і кемпінги, промислові об'єкти і великі бази будівельної індустрії, енергетичні установки. Спричинювати додаткове шумове навантаження може також недосконале планування міст, розміщення в їх межах джерел сильного шуму.

Шум, створюваний транспортними засобами на магістральних вулицях і дорогах міст, є одним з основних техногенних факторів навколишнього середовища, що здійснюють несприятливий вплив на населення. Заходи щодо захисту від шуму, у силу найширшого поширення зон впливу даного фактору на території будь-якого сучасного міста, є невід'ємною частиною діяльності по забезпеченню комфортних і безпечних умов проживання його жителів.

Шумове завжди вважалося менш небезпечною формою забруднення, ніж, наприклад, хімічне або електромагнітне, а люди практично не хвилюються про те, як шум впливає на їх здоров'я. Проте за даними досліджень деяких урядових і неурядових організацій (наприклад, Бюро національної статистики Великобританії) за останні 20 років рівень шуму у європейських містах зріс у 10-15 разів, цей рівень турбує більше 50% мешканців міст, стаючи все більш впливовим негативним фактором оточуючого середовища.

Отже, шумове забруднення є однією з найактуальніших проблем сьогодення. За сучасних умов боротьба з шумом є технічно важкою і дорогою. Важливо знищувати джерела шуму, створювати безшумні або малошумні машини і технологічні процеси, транспортне й промислове устаткування.

РОЗДІЛ 1. ПРОБЛЕМА АКУСТИЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА

1.1. Загальні відомості про шум та шумове навантаження

Звук – один з найстародавніших абіотичних чинників природного середовища. До появи людини переважали низькі за інтенсивністю звуки природного походження. З винаходом колеса людина, за справедливим зауваженням англійського акустика Р. Тейлора, зробила перший «крок» до зростання шумового навантаження техногенного походження на довкілля. На сьогоднішній день з'явилися і набувають широкого поширення поняття «акустична екологія», «шумове забруднення навколишнього середовища» та ін. Людина і природа все більше страждають від його згубної дії.

За І.І. Дедю, шумове забруднення (ШЗ) – форма фізичного забруднення, що проявляється у збільшенні рівня надприродного шуму і викликає при короткочасній тривалості неспокій, а при тривалій – пошкодження органів або загибель організмів [6].

Шум, який виступає частиною звукової хвилі, має всім притаманні їй ознаки: довжина хвилі, амплітуда хвилі, швидкість, частота звуку, звуковий тиск, надлишковий звуковий тиск, інтенсивність звуку, період.

Шуми класифікуються за такими характеристиками:

- за характером спектру: широкосмугові, вузькосмугові.
- за часовими характеристиками: постійні, непостійні.
- непостійні шуми поділяються на: мінливі, переривчасті, імпульсні [12].

Отже, шум – це будь-який небажаний звук, який наносить шкоду здоров'ю людини, знижує його працездатність, а також може сприяти отриманню травми наслідок зниження сприйняття попереджувальних сигналів. З фізичної точки зору – це хвильові коливання пружного середовища, що поширюються з певної швидкістю в газоподібній, рідкій або твердій фазі.

1.2. Джерела шумового навантаження урбанізованих територій

Загальносвітова тенденція до збільшення урбанізації призводить і до збільшення акустичного навантаження. Акустичний шум є важливим екологічним фактором у навколишньому середовищі. В умовах міста акустичні шуми характеризуються великою різноманітністю джерел техногенного походження, що пов'язані з людською діяльністю.

Найвагоміше джерело шумового забруднення міських територій є транспорт. За останні роки спостерігається тенденція до різкого зростання числа автотранспорту, що призводить до суттєвого збільшення рівня шуму у містах, який перевищує нормативні значення. Відомо, що автомобільний транспорт відноситься до головних джерел шумового забруднення середовища у місті. Сьогодні шум є одним із найважливіших критеріїв вибору місця проживання.

Джерела шуму на автомобілі умовно можна розділити на дві групи:

1) первинні: двигун, трансмісія, система випуску відпрацьованих газів, шини, потоки повітря, оточуючі автомобіль при русі;

2) вторинні: металеві панелі кузова (підлога, дах, крила, двері, арки колісних ніш і т.д.), великогабаритні пластмасові деталі інтер'єру (панель приладів, формовані накладки дверей, накладки стойок) [4].

Дослідження вказують на високий вплив дорожньо-транспортного шуму на фасади передніх будівель, що знаходяться ближче до дороги, що робить ці частини будинків непридатними для житлових цілей. Згенерований рівень шуму сильно залежить від дорожнього покриття, рисунка протектору шини та конструкції. Для дорожньої поверхні є дві широкої категорії тротуару: гнучка (асфальтобетон) та жорстка (цементний бетон). Асфальтове покриття різниться залежно від розміру каменю (наприклад, "агрегатний розмір" або "розмір шліфування") та пористості; менший розмір каменю і висока пористість створюють тихі тротуари. Бетонні покриття можуть варіювати залежно від фактури поверхні; м'якші текстури створюють тихі тротуари.

Рівні шуму та спектральні складові шуму шосейних доріг залежать від типу транспортного засобу, об'єму та швидкості, а також від типу дорожнього покриття. Спектральна складова для пасажирських 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.

1.3. Методи зниження шумового впливу від роботи автотранспорту

Середній рівень шуму від транспорту останнім часом збільшився на 12-14 Дб, а суб'єктивна гучність виросла в 3-4 рази. На головних магістралях крупних міст рівні шумів перевищують 90 Дб і мають тенденцію до посилення щорічно на 0,5 Дб, що є найбільшою небезпекою для навколишнього середовища в районах жвавих транспортних магістралей.

З трьох основних видів транспорту автомобільний транспорт надає найбільш несприятливу акустичну дію. Автомобілі є переважаючим джерелом інтенсивного і тривалого шуму, з яким ні в яке порівняння не йдуть ніякі інші. Шум, що створюється рухомими автомобілями, є частиною шуму транспортного потоку.

У загальному випадку методи зниження транспортного шуму можна класифікувати по наступних трьох напрямках: зменшення шуму в джерелі його виникнення, включаючи вилучення з експлуатації транспортних засобів і зміну маршрутів їх руху; зниження шуму на шляху його розповсюдження; застосування засобів звукового захисту при сприйнятті звуку.

Результативним заходом боротьби з шумом у містах є озеленення. Деревя, які посаджені близько одне від одного, оточені густими кущами, значно знижують рівень техногенного шуму і покращують міське середовище. Насадження клена, тополі, липи поглинають від 10 до 20 Дб звукових сигналів. Густа жива загорожа здатна зменшити шум автотраси у 10 разів [13, 14].

Велике значення в боротьбі з шумом мають архітектурно-планувальні і будівельні заходи. Даний аспект колективного захисту від шуму пов'язаний з

необхідністю обліку вимог шумозахисту в проектах планування і забудови міст і мікрорайонів (рис.1.1). Передбачається зниження рівня шуму шляхом використання екранів, територіальних розривів, шумозахисних конструкцій, зонування і районування джерел і об'єктів захисту, захисних смуг озеленення [13].

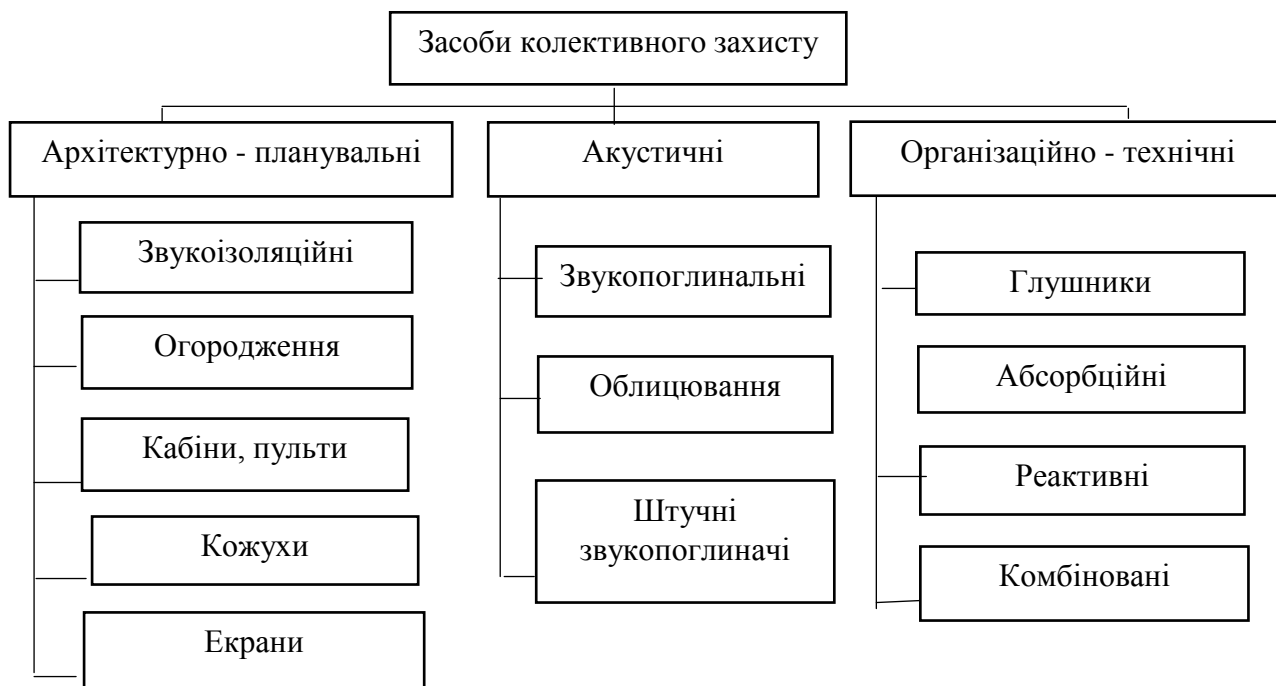


Рис. 1.1. Засобизахисту від шуму на шляху його розповсюдження

Шум, що випромінюється автомобільним транспортом, залежить як від вертикального, так і горизонтального контуру дороги, а також від типу дорожнього покриття. Питання споруди і конструювання придорожніх бар'єрів розглядаються при проектуванні дороги. В деяких місцях, де це можливо, застосовувати акустично непрозорі екрани.

За сучасних умов боротьба з шумом є технічно складною, комплексною і дорогою. Важливо знижувати шум у джерелі його виникнення, створювати безшумні або мал шумні машини і технологічні процеси, транспортне і промислове устаткування, починаючи ще зі стадії проектування. Нажаль, повністю усунути шкідливий вплив автотранспортних потоків на людей, які працюють чи мешкають в будівлях, розташованих поряд з автомобільною дорогою, неможливо. Однак потрібно намагатися, щоб небезпека була зведена до мінімуму.

РОЗДІЛ 2. ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ШУМОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ

2.1. Програма досліджень

Одним із найбільш проблемним є питання зниження шуму на місцях постійного перебування людей. Оскільки досить складно охопити дослідженнями територію цілого міста, то оцінка шумового навантаження виконувалася на прикладі одного з мікрорайонів м. Житомир, а саме мікрорайону Хмільники. Хмільники – у минулому місцевість поблизу міста Житомира, нині мікрорайон цього міста, зі значною житловою забудовою. До вулиць з найбільшим транспортним потоком на мікрорайоні відносяться Сурина Гора, Глибочицька, площа Зарембського та бульвар Польський.

Мікрорайон Хмільники був обраний для досліджень з врахуванням наступних факторів:

- мікрорайон – є віддалений від центра міста та частково оточений зеленою зоною, що зменшує ймовірність впливу інших прилеглих територій із значним транспортним потоком на формування рівня шумового навантаження;
- на території мікрорайону проживає значна кількість населення, що обумовлює значний рівень та різноманітність джерел шуму;
- нерівномірність забудови, інфраструктури та озелененості мікрорайону дозволяє визначити основні фактори, які впливають на розповсюдження звукової хвилі;
- невисока щільність житлової забудови дає можливість запроєктувати додаткові засоби для зменшення шумового навантаження на житлові будівлі та прибудинкові території.

Проведені дослідження склалися з декількох етапів у відповідності до загальної програми досліджень (рис. 2.1).

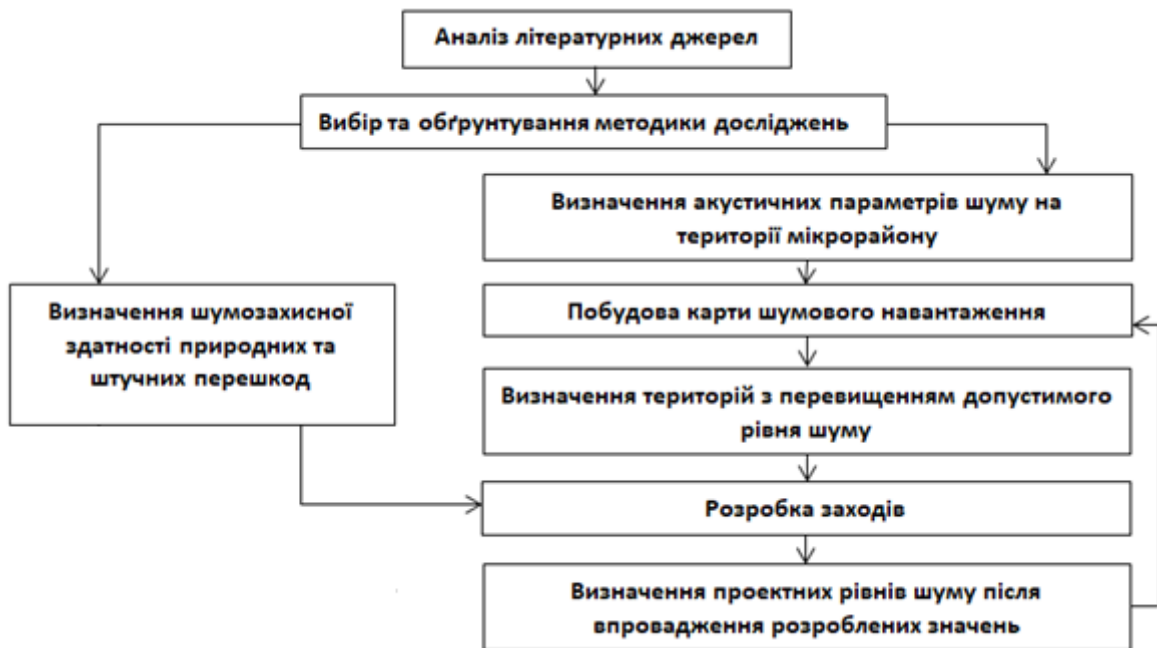


Рис. 2.1. Програма досліджень

Дослідження шумового навантаження мікрорайону Хмільники можна умовно розділити на два взаємопов'язані частини:

- натуральні польові вимірювання акустичних параметрів, які проводились по всій території мікрорайону із однаковою відстанню між точками вимірювання;
- обробка отриманих результатів з наступною побудовою карт шуму.

Кінцевим етапом проекту стала розробка заходів зі зниження шумового навантаження на житлові будівлі та прибудинкові території, визначення проектного рівня шуму із врахуванням заходів та створення проектної карти шуму.

2.2. Методи оцінювання шумового навантаження

У даний час розроблено методи, що дозволяють встановлювати шумові характеристики різноманітних джерел міського шуму. Це метод прямих натурних вимірювань (інструментальний), метод масштабного і математичного моделювання (розрахунковий) і аналітичний метод (графоаналітичний), пов'язаний з використанням детермінованих і імовірнісних моделей.

Вимірювання еквівалентного і максимального рівня звуку слід проводити інтегруючими усереднюючими шумомірами, а вимір рівня звукового впливу – інтегруючими шумомірами за ГОСТ 17187-2010 [5]. Допускається застосування комбінованих вимірювальних систем, в тому числі автоматичних, що відповідають технічним вимогам шумомірів за ГОСТ 17187-2010 [8].

Для вимірювання характеристик шуму застосовуються шумоміри, частотні аналізатори, та ін. Цифровий шумомір ADA ZSM 130 + (за допомогою якого проводилось дослідження) – прилад для вимірювання рівня шуму(рис. 2.2), технічні характеристики якого представлені в таблиці (табл. 2.1.) [20]. Вимірювач рівня шуму ADA ZSM 130+ обладнаний ЖК дисплеєм, на якому відображаються отримані дані.



Рис. 2.2. Шумомір ADA ZSM 130+

Місця для проведення вимірювань шумових характеристик автотранспортних потоків слід 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. Вимірювання слід проводити на ділянках вулиць і автомобільних доріг з чистою і сухою поверхнею проїжджої частини.

Перед проведенням вимірів шумових характеристик транспортних потоків слід визначати метеорологічні умови (швидкість вітру, температуру повітря,

вологість, атмосферний тиск) за офіційними даними метеослужби або за допомогою відповідних засобів вимірювальної техніки, що мають діючі свідоцтва про повірку.

Таблиця 2.1

Технічні характеристики шумоміра ADA ZSM 130 +

Частотний діапазон	Гц / кГц 31,5 - 8
Діапазон вимірюваних значень рівня звуку	дБ 35 - 130
Зважування по частоті	A / C
Мікрофон	½ 1 дюймовий електретний конденсаторний мікрофон
Калібрування	калібрування за допомогою внутрішнього випромінювача (гармонійна хвиля 1 кГц)
Дисплей	ЖК-дисплей
Цифровий дисплей	4 знаки
Дозвіл, дБ	0,1
Відображення даних, з	0,5
Тимчасове зважування	швидке (125 с.) повільне (1 с.)
Діапазони рівня звуку, дБ	верхній: 65 - 130 нижній: 35 - 100
Точність вимірювання, дБ	1,5 (при заданих умовах)
Динамічний діапазон, дБ	65
Аварійна сигналізація	відображається «Over», якщо вхідний сигнал виходить за рамки діапазону
Утримання максимуму	утримує макс. значення з згасанням <1 дБ / 3 хв
Автоматичне відключення	автоматично відключається через 15 хв бездіяльності
Викорис. живлення від батареї, год	50
Діапазон робочих температур, °C	0 - +40
Робоча вологість	10-90%
Діапазон температур зберігання, °C	-10 - +60
Вологість при зберіганні, %	10 - 75
Розміри, мм	245 × 64 × 31
Вага, г	255

Перед проведенням вимірювання шуму як на території, так і в приміщеннях житлових і громадських будівель необхідно:

- визначити, шум від яких джерел буде вимірюватися і оцінюватися (загальний шум або шум відомого джерела);
- переконатися в наявності або відсутності акустичних перешкод;
- визначити категорію шуму (постійний, непостійний).

2.3. Створення карти шумового навантаження

Для боротьби із шумом, планування й здійснення шумозахисних заходів, необхідно мати уяву щодо його поширення в міській забудові. Таким чином, виникає необхідність у картографуванні шумового навантаження.

Карта шуму міста – це великий розділ генерального плану, що фіксує сучасний чи майбутній стан шумового режиму в місті, рекомендує як загальні, так і конкретні шляхи досягнення нормативного рівня. Карта шуму житлового району включає: уточнену схему джерел шуму зі вказівкою розрахункових рівнів шуму; карти шуму мікрорайонів та інших територій, що входять до складу житлового району; карту акустичного дискомфорту житлового району; основні містобудівні шляхи зниження шуму до нормативного рівня.

На основі рекогносциувального обстеження території міста виявлено ключові ділянки, в яких потім проводились виміри шуму (Рис. 2.3).

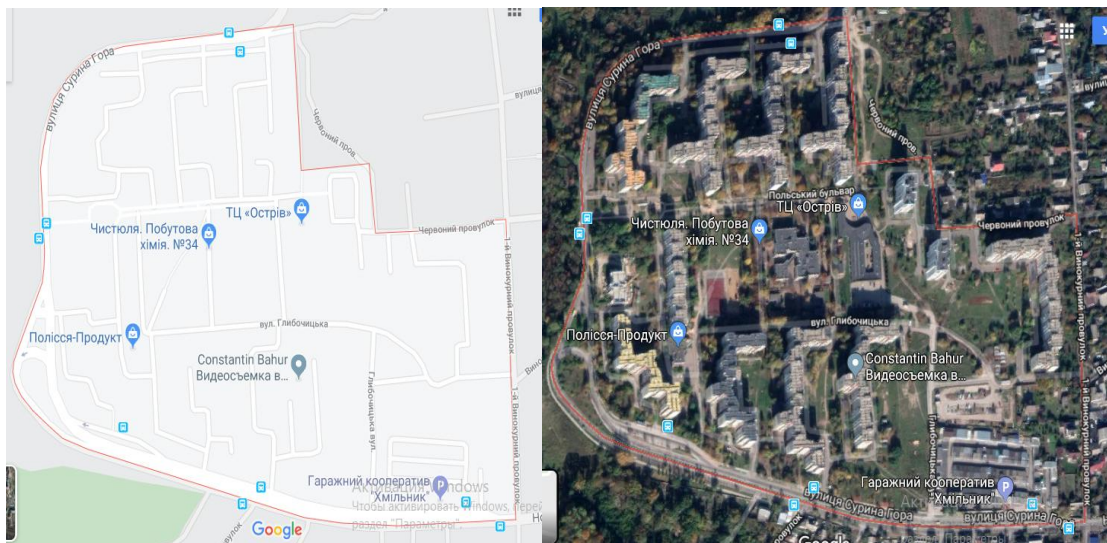


Рис. 2.3. Територія дослідження

Сьогодні найбільш перспективним є моделювання на базі геоінформаційних систем. Головною вимогою до спектру ключових ділянок є рівномірність розміщення, охоплення всіх функціональних зон і можливість паралельного виміру шуму біля його джерела і за «звуковим екраном» (всередині житлового кварталу).

РОЗДІЛ 3. ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ШУМОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ НА ПРИКЛАДІ ОДНОГО З МІКРОРАЙОНІВ М. ЖИТОМИРА (ХМІЛЬНИКИ) ТА РОЗРОБКА КОМПЛЕКСУ ШУМОЗНИЖУЮЧИХ ЗАХОДІВ.

3.1. Вивчення шумопоглинаючої здатності захисних смуг різного складу

При аналізі акустичного шуму на міських територіях основна увага приділялася безпосередній реєстрації цього шуму і аналізу його характеристик.

Допустимий рівень шуму знаходиться в межах 40-55 дБ – це гучність звичайної розмови. Рівень шуму вище 60-80 дБ – це неприпустимий рівень. Дані, які обумовлюють взаємозалежність часу доби та шуму, який являється максимально допустимим зведені до таблиці 3.1. [1, 12].

Таблиця 3.1

Відношення часу доби щодо рівня шуму

Час доби	Допустимий рівень шуму, дБ	Некомфортний рівень для людини, дБ	Недопустимий рівень шуму для людини, дБ
День (7:00 – 19:00)	50-55	55-60	60 і більше
Вечір (19:00 – 23:00)	45-50	50-55	60 і більше
Ніч (23:00 – 7:00)	40-45	45-50	50 і більше

Можна виділити чотири основні групи боротьби з шумом:

1) зменшення шуму у джерелі – конструктивні та технологічні заходи, які дозволяють створювати механізми з низьким рівнем шуму;

2) звукоізоляція – комплекс заходів по зниженню рівня шуму, послаблення шуму за допомогою акустичних матеріалів;

3) будівельно-планувальні заходи – збільшення відстані між джерелом шуму та об'єктом, який захищається, створення спеціальних шумозахисних смуг озеленення, застосування шумопоглинаючого покриття, використання різних методів планування, раціонального розміщення мікрорайонів;

4) інженерно-технічні засоби – акустичні екрани, резонатори різних типів.

Доцільно буде використати конструкцію шумозахисних екранів, що зводиться вздовж великих проспектів, автомагістралей, залізничних шляхів для зменшення шуму, а розташовується, як правило, на високошвидкісних магістралях, які проходять повз житлові та офісні райони [1, 2].

Шумозахисні екрани (акустичний екран, шумозахисні бар'єри, акустичний бар'єр) – це перешкода на шляху поширення звукових хвиль. Шумозахисні екрани утворюють зону акустичної тіні (рис. 3.1).

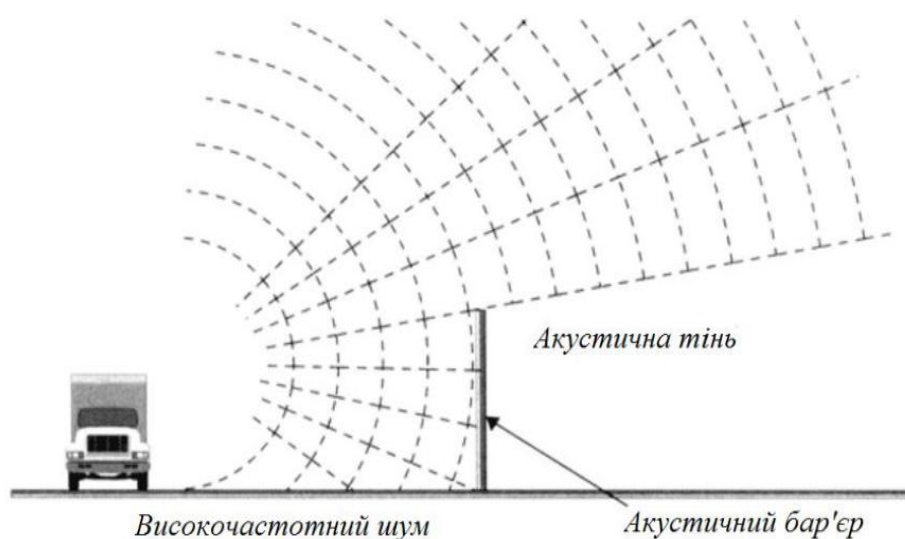


Рис.3.1. Схема дії акустичного бар'єру на розповсюдження транспортного шуму

Шумозахисний екран – це збірно-розбірна конструкція, що складається із набору акустичних панелей, котрі вмонтовуються в металеві стояки. Установка екрану дозволяє зменшити шумове забруднення на 30-40 децибел [19, 11].

Шумозахисні екрани (рис. 3.2) зазвичай зверху загнуті в бік джерела шуму або нахилені в сторону джерела для зменшення кута, під яким шум передається в навколишнє середовище.

Екрани можуть бути замкнутими, напівзамкненими (з 2-3 сторін джерел шуму) і лінійними. Універсальність екранів полягає і в тому, що вони можуть бути практично будь-якої висоти, прольоти між стойками можуть виконуватися практично з будь-яким кроком і досягати 6-ти метрів.

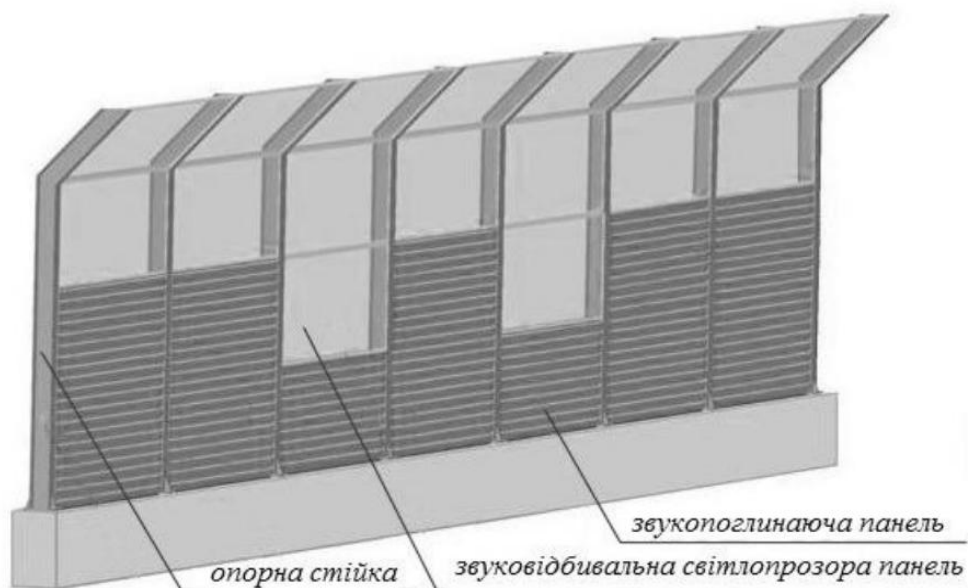


Рис. 3.2. Конструкція шумозахисного екрану

Одним з ефективних прийомів зі зменшення рівня шуму у містах є застосування смуг зелених насаджень, особливо вздовж автомагістралей з інтенсивним рухом. Слід зазначити, що спеціальні смуги зелених насаджень мають комплексний характер захисної дії – захист від шуму, вихлопних газів автотранспорту, абсорбція пилу та інших шкідливих речовин, що забруднюють повітря, покращення мікрокліматичних показників міського середовища, позитивна психологічна та естетична дія на населення. Все це значно підвищує соціальну значимість озеленення, як містобудівного засобу шумозахисту. Захисні насадження в містах можуть використовуватись, як самостійні засоби шумозахисту, так і разом з іншими інженерними шумозахисними спорудами [10].

У великих містах уздовж автодоріг із інтенсивним рухом на відстані 10-20 метрів від них розташовують природні (чагарники, невеликі дерева) або штучні протишумові бар'єри. Для них підбирають породи дерев і чагарників, стійкі до тривалих шумових впливів, вони повинні мати густу крону, широке листя і низький штаб. Відстані між деревами в ряді слід приймати 2 – 4 м, між рядами – 3 – 5 м. При багаторядних посадках дерева бажано розміщувати в шаховому порядку. Слід враховувати, що чим більша багаторядна смуга насаджень, тим ефективніше вона знижує шум (табл. 3.2) [10].

Таблиця 3.2

Зниження рівнів шуму смугами зелених насаджень

Смуга лісових насаджень	Ширина смуги, м	Зниження рівня шуму, дБ
Однорядна, при шахоподібній посадці дерев усередині смуги	10-15	4-5
Однорядна, при шахоподібній посадці дерев усередині смуги	16-20	5-8
Дворядна, при відстані між рядами 3-5 м	21-25	8-10
Дво- або трирядна, при відстанях між рядами 3м	26-30	10-12

Різні породи дерев і чагарників мають різну шумозахисну здатність. Великою звукопоглинаючою здатністю відрізняються клен, тополя, липа, в'яз. Густі насадження або групи дерев поглинають більше шуму, ніж рідкі.

Досвід європейських країн вказує на ефективність комплексного застосування таких заходів як: встановлення низько-шумових асфальтів і тротуарів, шумоізоляційних вуличних перешкод в густонаселених районах, а також малошумних шин.

Шумопоглинаючий асфальт – дорожнє покриття із асфальту, що знижує шум, причому поглинання шуму досягається головним чином завдяки високій пористості такого асфальту – 26 % складає обсяг порожнин (у звичайних асфальтових покриттях він становить близько 6 %).

Нова суміш дорожнього покриття зменшує шум від шин у 10 раз. Завдяки підтримці ЄС, науковці розпочали реальні дорожні тести, аби забезпечити комфортну тишу жителям придорожніх поселень. Вібрацію, яку створюють машини, поглинає покриття Durawhisper — гарячий асфальт змішується з гумовою крихтою і, застигаючи, створює поверхню, в якій гаснуть всі акустичні коливання[9].

При виробленні бітуму, матеріалу для будівництва верхніх шарів дорожнього покриття, додається гумова крихта, отримана при переробці автомобільних шин. Для вироблення суміші на один кілометр дороги потрібно 400-1200 використаних шин.

3.2. Визначення сучасного стану шумового забруднення мікрорайону Хмільники

В останні роки вийшло багато публікацій за результатами досліджень і розробок щодо боротьби із шумом у містах. Однак ці публікації містять більше рекомендації загального характеру. У зв'язку з цим виникає гостра необхідність розробки шумозахисних рекомендацій, які були б невід'ємною частиною проектних матеріалів для реконструкції будь-яких «спальних» районів міста.

Для оцінки рівня шумового навантаження в мікрорайоні Хмільники м. Житомир нами проведено власний експеримент, відправними точками якого є наступні: вулиця Глибочицька, вулиця Сурина Гора, площа Зарембського та бульвар Польський, ТЦ «Острів».

На основі статистичної обробки отриманих експериментальних даних розроблені картографічні моделі просторового розподілу шумового забруднення в межах мікрорайону (рис.3.3).

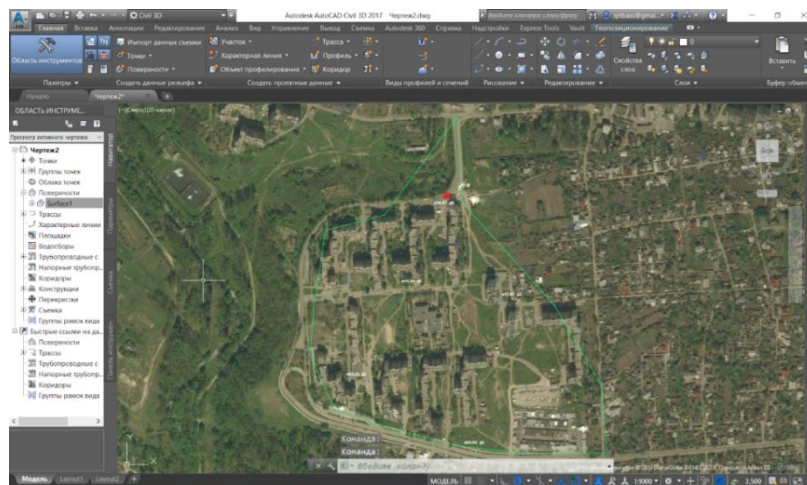


Рис. 3.3. Координати точок вимірювання шуму

На рисунку 3.3. бачимо загальну схему проведення спостережень шумового навантаження в мікрорайоні Хмільники. Точки спостереження рівномірно охоплюють територію мікрорайону. Після огляду території та вибору дослідних точок було виміряно рівень шуму, і відповідно до

одержаних показників побудовано карту, на якій відображений актуальний рівень шуму для досліджуваного мікрорайону (рис. 3.4).

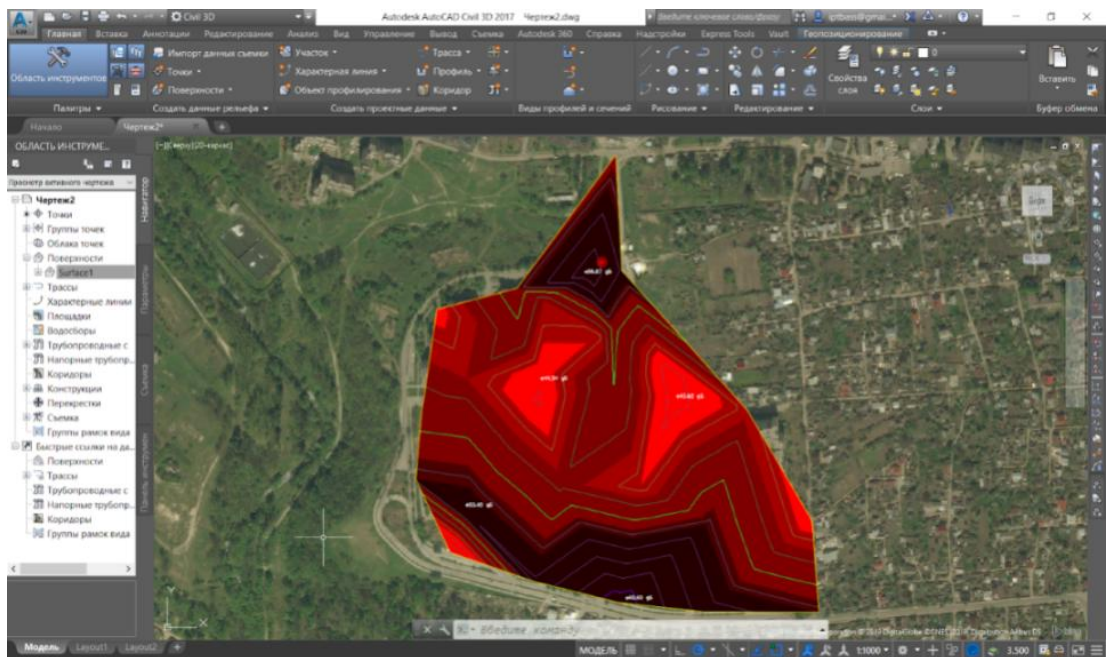


Рис. 3.4. Карта рівня шуму в мікрорайоні Хмільники

З рисунка 3.4. можна зробити висновок, що найбільший рівень шуму біля місць виїзду автомобілів з провулків на головну дорогу. Там рівень шуму досягає критичних рівнів. В середині району, де знаходяться житлові будинки і обмежений рух автомобілів рівень шуму найменший і практично відповідає всім показникам і критеріям для життя.

Отримані результати досліджень наочно показують, що основним джерелом шуму є автомобільний транспорт, який створює шумове навантаження – 63-91 Дб (табл.3.3). У мікрорайоні Хмільники м. Житомир всі види транспорту створюють приблизно однаковий рівень шуму при їх експлуатації.

Таблиця 3.3

Рівні інтенсивності звуку транспортних засобів

Назва транспортного засобу	Рівень інтенсивності звуку (дБ)
Автобус	77,4
Вантажні автомобілі	84
Легкові автомобілі	80
Тролейбус	82
Мотоцикл	84
Мопед	73-79

Діючими нормативними документами [7] встановлено допустимі значення звукового тиску максимальних і еквівалентних рівнів шуму. Для територій поблизу житлових будівель в денний час (з 8 до 22 години) еквівалентний рівень не повинен перевищувати 40 дБ, а максимальні – 75 дБ. У нічний час (з 22 до 8 години) ці рівні не повинні перевищувати відповідно 45 і 60 дБ.

Було проаналізовано ситуацію на ділянці Польського бульвару. При виїзді на головну вулицю Сурина Гора, рівень шуму коливається від 54дБ до 65дБ. Далі транспортний потік розганяється на дистанції 100-150 м, коли виїжджає з повороту і рівень шуму збільшується, оскільки максимальний рівень шуму автомобілі створюють саме при розгоні. Автомобілі також можуть створювати значний рівень шуму при русі з великою швидкістю (це має місце саме в нічний час, коли інтенсивність транспортного потоку незначна), оскільки відомо, що приріст швидкості на кожні 10 км/год створює приріст рівня шуму на 3 дБ.

Нами було визначено рівень шуму на вулицях, які безпосередньо прилягають до житлових будинків (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Рівень шуму на вулицях мікрорайону Хмільники

Вулиці	Час вимірювання	
	08.00 – 09.00	15.00-16.00
Сурина Гора	80,4	60,1
Глибочицька	77,4	58,0
Польський бул.	70,4	45,2
Зарембського площа	75,2	57,5

Порівнявши рівні шуму в ранковий і післяобідній час, бачимо що у годину «пік» рівень шуму від автотранспорту становить у середньому 75,85 дБА, що перевищує допустимий рівень. Допустимий рівень шуму на прилеглих територіях до житлових будинків – до 70 дБ, вночі – до 60 дБ. Найвищий рівень шуму в ранковий час по вулиці Сурина Гора становить 80,4 дБ. Протягом декількох днів спостережень ми визначили, що найбільше скупчення людей на площі Зарембського, ТЦ «Острів», де провели вимірювання рівня шуму (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Рівень шуму біля ТЦ «Острів»

День тижня	Час	Рівень шуму, дБ
понеділок	8:00	75,2
	14:00	63,2
	18:00	80,5
серeda	8:00	72,3
	14:00	65,3
	18:00	82,9
п'ятниця	8:00	78,4
	14:00	48,6
	18:00	80,2
неділя	8:00	30,2
	14:00	52,4
	18:00	62,5

Рівень шумового забруднення досліджували на території ТЦ «Острів» о 8:00, о 14:00 та о 18:00 щоденно. Встановлено, що найвищі рівні шуму (до 80,5 дБ) в будні дні в ранковий та вечірній час (рис. 3.5). В обідній час рівень шуму знаходиться допустимих межах (60дБ), а у вихідні рівень шуму найнижчий.

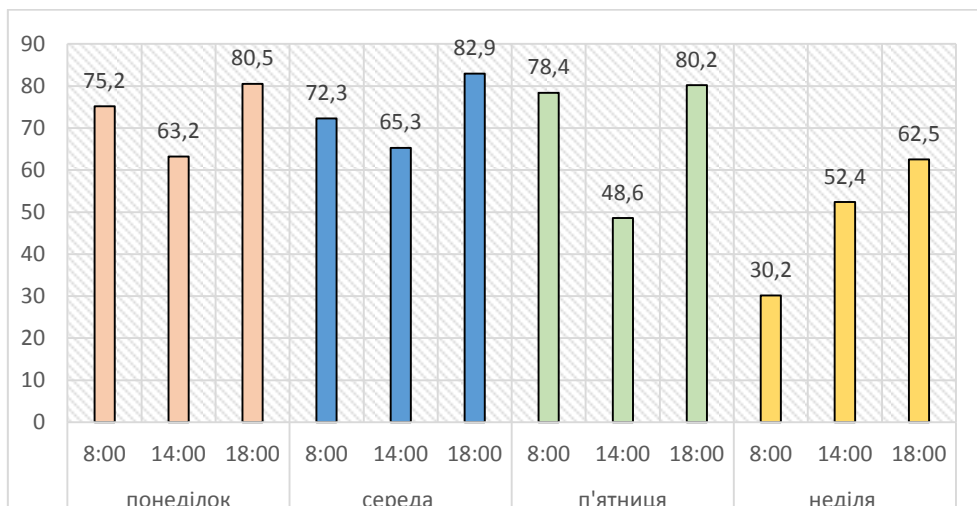


Рис.3.5. Рівень шуму біля ТЦ «Острів» (одиниця виміру дБ)

Проведений експеримент продемонстрував особливості просторо-часових відмінностей між шумовим навантаженням. Результати дослідження вказують на перевищення санітарних норм майже на всіх ділянках. Критичні перевищення норм виявлені майже в півтора рази в районі ТЦ «Острів». Отримані результати дають основу для наступного етапу – розробки напрямків покращення рівнів шуму в даному районі.

3.3. Проектування заходів зі зниження шуму для мікрорайону Хмільники

За формальною ознакою, будь-яке перевищення нормативних значень шуму – неприпустиме, і є порушенням діючих санітарних і технічних норм. Це вимагає застосування шумозахисних заходів. Слід зауважити, що створення карт шуму дозволяє здійснювати моніторинг акустичного забруднення навколишнього середовища, вивчити закономірності поширення шуму в міській забудові, коригувати проектні рішення.

Зважаючи на транспортну складову, на шумовий режим міст негативно впливає:

- висока інтенсивність руху міського транспорту;
- тісний контакт залізничних колій з житловими районами і мікрорайонами;
- збільшення числа літаків з потужними турбореактивними двигунами, що призводять до значної зашумленості околиць аеропортів і територій під повітряними трасами [17].

Боротьба із зовнішніми міськими шумами ведеться[3, 11, 15]:

- у джерелах виникнення шуму;
- на шляху розповсюдження шуму від джерела до об'єкту захисту від шуму;
- на об'єктах.

Боротьба з шумом базується на вивченні питань поширення шумів у відкритому й закритому просторі, оцінюванні акустичних якостей структур та конструкцій звукопоглинальних і звукоізолюючих архітектурних елементів і технічних пристроїв, а також передбачає вироблення рекомендацій з основних напрямів розроблення пристроїв і конструкцій для заглушування шуму.

За будовою звукопоглинальні матеріали й конструкції на їх основі поділяють на одно- та багатошарові елементи і великогабаритні обмежувальні конструкції (рис 3.6).

В умовах щільної міської забудови найбільш ефективним архітектурно-планувальним заходом із захисту території житлової забудови від транспортного

шуму є розташування на першій лінії примагістральної забудови шумозахисних будинків як екранів для захисту від шуму внутрішньоквартального простору. Малоповерхові (в один-два поверхи) будинки малої протяжності з відносно великими розривами між ними не створюють належного екранування. Найбільш ефективними є багатоповерхові будинки нежитлового призначення (торговельні, адміністративні тощо), а також багатоповерхові житлові шумозахисні будинки.

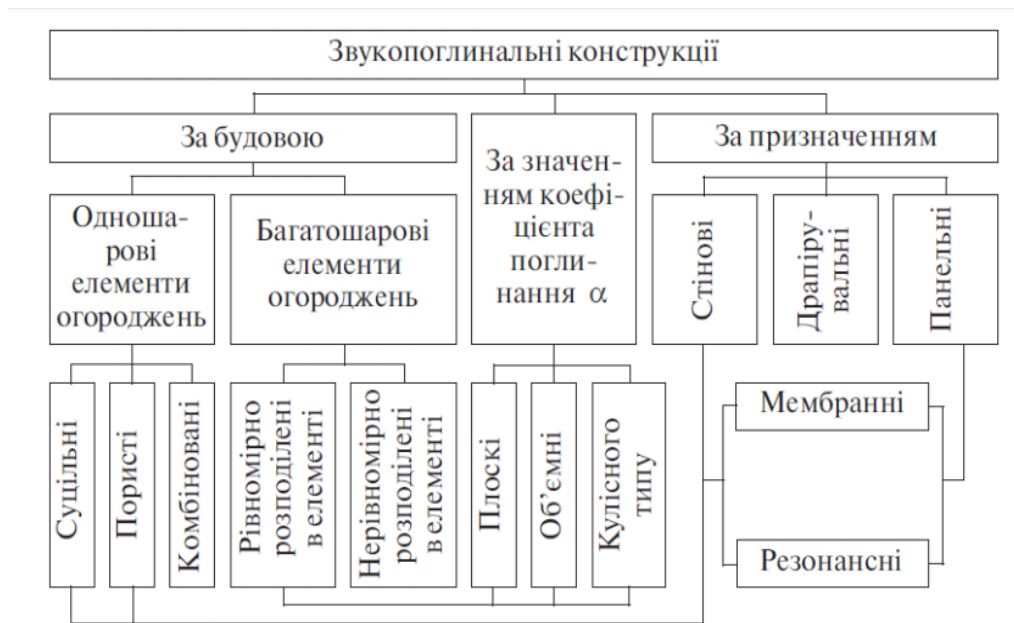


Рис. 3.6. Види звукопоглинальних конструкцій

Ефективним шумознижуючим заходом є використання елементів вертикального, контейнерного і дахового озеленення. Вертикальне озеленення знижує запиленість і вплив шумового впливу, покращує мікроклімат приміщень, але головне – дозволяє урізноманітнити й оживити міський ландшафт [14, 16, 18].

Таким чином, основні напрямки зниження шумового забруднення від транспорту в межах урбанізованих територій полягають у наступних заходах:

1. Для визначення і контролю акустичного забруднення необхідне дослідження з метою складання повної шумової карти міста.
2. Раціональне розподілення транспортних потоків та обмеження максимальної швидкості на вулицях міста і дорогах;
4. Посилення контролю за технічним станом транспорту.

6. Використання зелених насаджень як шумозахисних екранів.

3.4. Визначення прогнозного рівня шумового навантаження для мікрорайону після впровадження запроєктованих заходів

Результати проведених досліджень дали змогу визначити критичні величини звукового тиску і максимально допустимий час його впливу на людину: рівень шуму 85 дБ людина може витримати (без наслідків) протягом 8 год; 91 дБ — 4 год; 97 дБ — 2 год; 103 дБ — 1 год; 121 дБ — 7 хв. При рівні шуму 40-45 дБ порушується сон у 10-20% населення, при 50 дБ — у 50 %, а при 75 дБ — у 75 % населення. Тому зниження рівня шуму має також соціальне значення.

Очікувані звукові поля на прилеглий території наведено на рис. 3.7.: варіант №1 – шумозахисний екран висотою 7 м при довжині 100 м, варіант №2 – висота 7 м довжина 150 м, варіант №3 - висота 8 м, довжина 150 м.

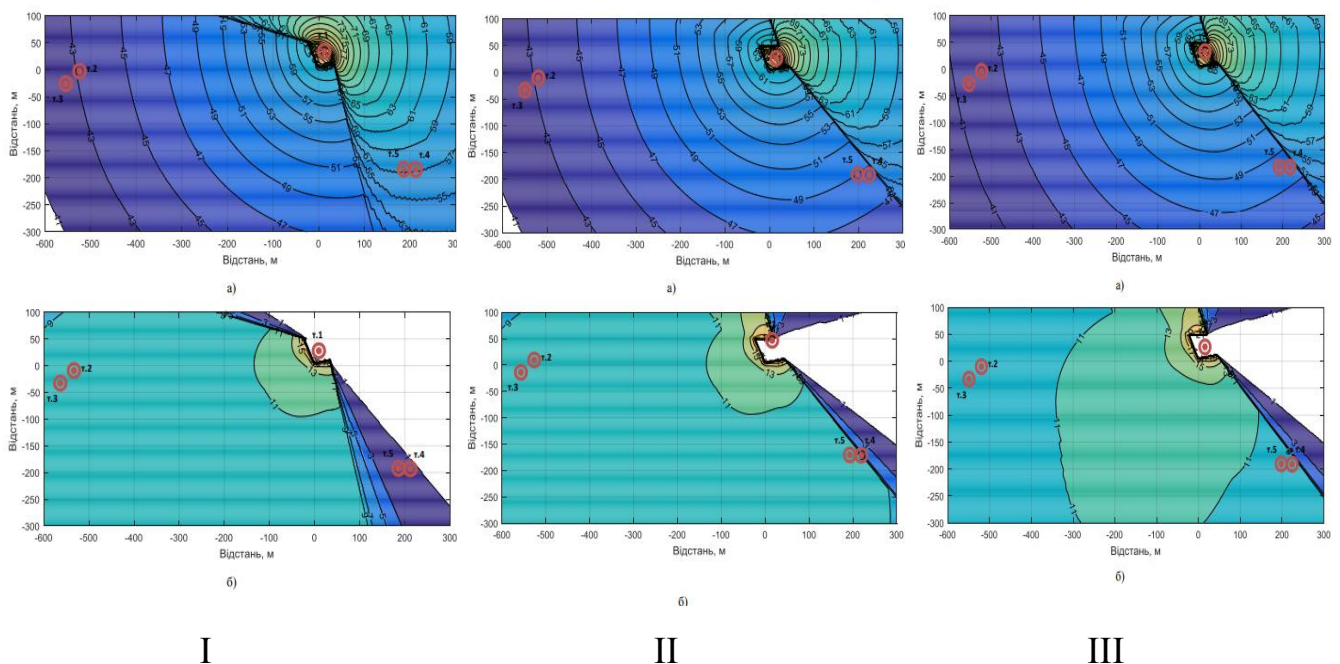


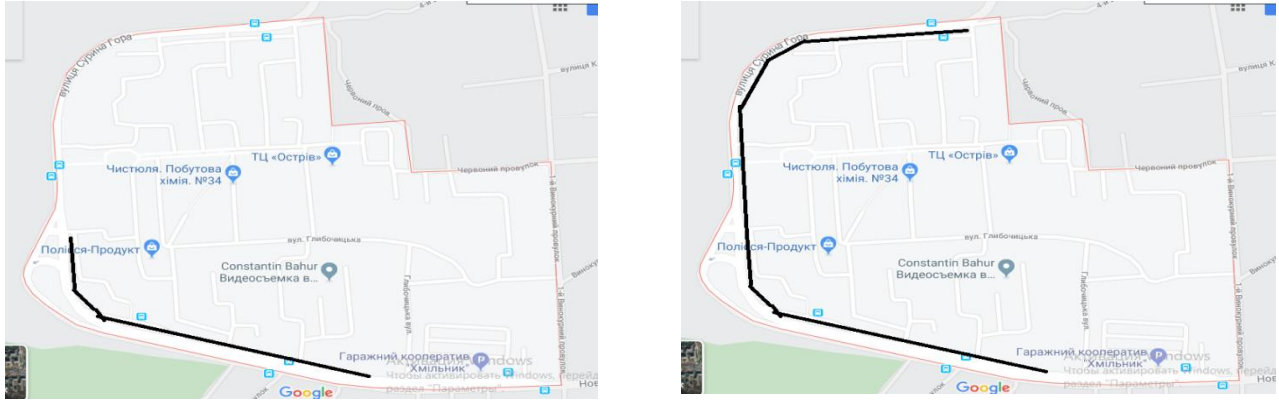
Рис. 3.7. Очікувані звукові поля:

I – варіант екрану № 1; II – варіант екрану № 2; III – варіант екрану № 3

а) поле рівнів звуку; б) поле ефективності екрану

Отже, аналіз можливих варіантів екрану показав, що для мікрорайону Хмільники м Житомира розташування екрану за варіантом № 1 буде

недоцільним (рис. 3.8. а), оскільки не зможе понизити рівень шумового навантаження на мешканців мікрорайону до допустимого рівня. Найбільш ефективним є екран за варіантом №3 (рис.3.8. б). Тому варіант 3 візьмемо за основу для подальшого розрахунку та аналізу.



а) б)

Рис.3.8. Розміщення екрану у мікрорайоні Хмільники

а) за варіантом №1; б) за варіантом 2 та 3

Крім того для варіанту екрана № 3 було проведено розрахунок рівнів звуку для 16-го поверху (висота звукового поля на рівнем землі 50 м). Звукове поле та ефективність екрану подано на рисунку 3.9.

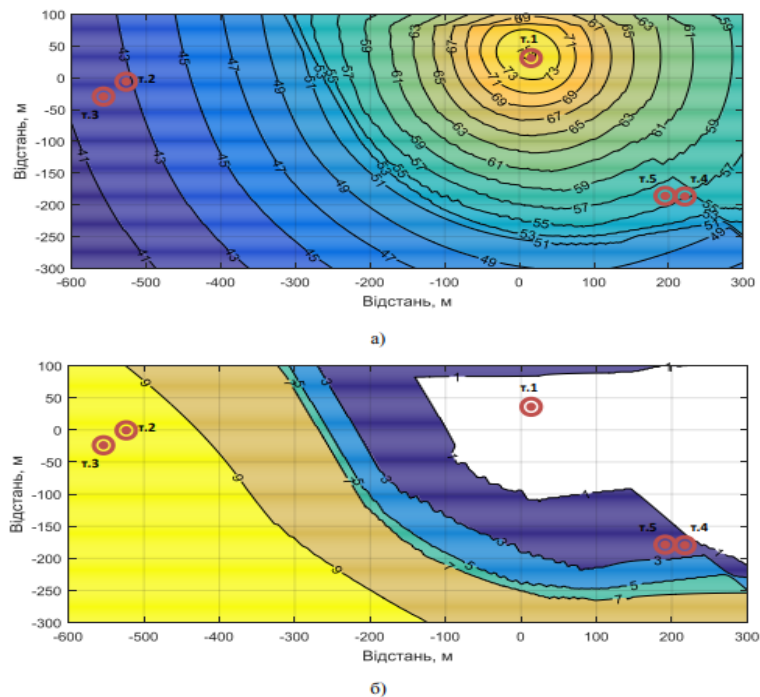


Рис. 3.9. Варіант екрану № 3 (висота карти над рівнем землі 50 м)

а) поле рівнів звуку; б) поле ефективності екрану.

Однією із найважливіших вимог до конструкції шумозахисного екрана є вимога щоб конструкції окремих елементів екрана забезпечували щільне їх прилягання один до одного та до несучих елементів так, щоб екран був акустично непрозорим. Звукоізоляція конструкції екрана повинна бути такою, щоб рівень звуку, що пройшов в розрахункову точку крізь стінку екрана, був меншим на 15 дБА, від рівня звуку, який надходить в дану точку, огинаючи верхнє ребро екрана. В даному випадку, акустична ефективність екрана становить більше 15 дБА, тобто звукоізоляція елементів конструкції екрана повинна становити не менше 30 дБА.

Улаштування шумозахисного екрана за варіантом 3 дозволяє знизити рівнів звуку на території прилеглої до джерела шуму на 10-15 дБА. Однак, такі значення можливі лише при наявності одного екранованого джерела шуму. В умовах мікрорайону міста транспортні засоби є основним, однак не єдиним джерелом шуму. Отже, проведені розрахунки показали, що в середньому за екраном шум знизиться на 7-8 дБА (рис. 3.10).

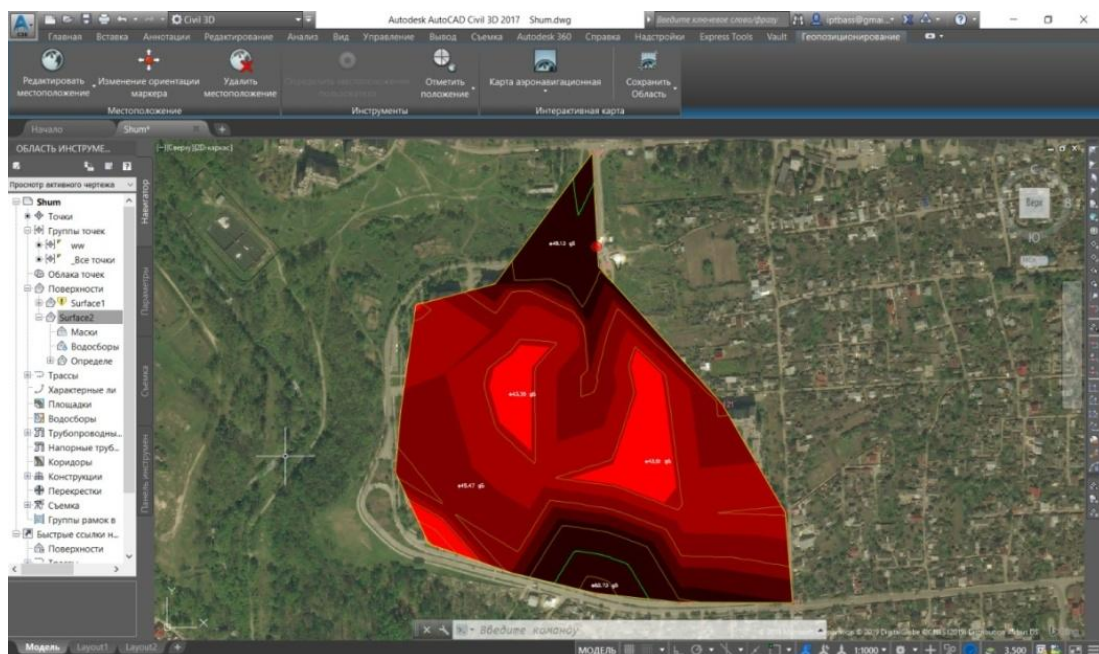


Рис. 3.10. Проектна карта рівня шумового навантаження в мікрорайоні Хмільники після встановлення шумопоглинаючого екрану

Аналізуючи проектні значення шумового навантаження можна зробити висновок, що запроектований екран дозволить зменшити рівень шуму та привести його у відповідність до нормативів практично по усій досліджуваній території. Виключення складає виїзд на вулицю Клосовського, який не входить до мікрорайону та відповідно не підлягав проектуванню захисних заходів та вулиця Глимбочицька, яка є основним місцем заїзду транспортних засобів на територію мікрорайону та не може бути екранована суцільним екраном. Крім того, дана територія практично не містить ландшафтних екрануючих елементів. Вона є рівнинною із невеликою кількістю дерев, будівлі розташовані далі в глиб мікрорайону і розмішені перпендикулярно до звукової хвилі.

Тому для цієї частини мікрорайону окрім встановлення шумопоглинаючого екрану доцільним буде проведення озеленення території із висадженням дерев, що мають значні шумопоглинаючі властивості: клен, липа тощо. Однак, варто враховувати, що на досягнення деревами необхідних розмірів потрібен певний час і навіть після проведення відповідних заходів нормативний рівень шуму у мікрорайоні буде досягнутий не одразу.

Отже, зниження рівня небажаних шумів на житлових територіях забезпечується різноманітними способами, у тому числі архітектурно-акустичними. Проте, практика боротьби з шумом, та розвиток галузі шумозахисту територій показує, що ефективним та якісним колективним засобом захисту є акустичні екрани, що встановлюються навколо джерела небажаного звуку. Проведено розрахунки шумової характеристики створюваного джерелом надмірних шумів, та побудовані карти шуму на прилеглий житловій території.

За результатами розрахунків визначено житлові території з наднормовими рівнями шуму. В зв'язку з цим запропоновано місце встановлення шумозахисного екрану навколо району як дієвого, і єдино можливого засобу зниження шуму, в даній ситуації.

ВИСНОВОК

В сучасних умовах розвитку урбанізованих територій все більш зростає значимість задач із захисту від шумового впливу. У зв'язку із зростанням кількості транспортних засобів (які є найпоширенішим джерелом шуму), індустріалізацією міст, зростанням транспортної рухливості населення, ростом технічного оснащення міського господарства збільшуються рівні шумового забруднення.

Зниження рівня автотранспортного шуму забезпечується різноманітними способами, у тому числі архітектурно-акустичними, збільшенням кількості зелених насаджень та заміною дорожнього покриття.

Було встановлено, що в умовах мікрорайону Хмільники м. Житомира найбільше шумове навантаження створює автомобільний транспорт. Аналіз результатів дослідження показав, що найбільш ефективним та якісним колективним засобом захисту від шумового навантаження є акустичні екрани, що встановлюються вздовж транспортних магістралей.

Проведено розрахунки шумової характеристики транспортного потоку та побудовані карти шуму в мікрорайоні Хмільники.

За результатами акустичних розрахунків визначено геометричні параметри екранів, надано вимоги щодо акустичних характеристик конструкції екрану і запропоновано базові конструкції, що задовольняють таким характеристикам. Розрахункова ефективність екранів становить 11-13 дБА

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Абрамов В. М. Захист населених пунктів від транспортного шуму / В. М. Абрамов, Д. Ф. Оболонков // Збірник наукових праць ДонНАБА Випуск № 4 – 2016 (5).
2. Бакуліч О.О. Соціально–економічне обґрунтування впливу шумозахисних заходів на навколишнє середовище / О.О. Бакуліч, О.С. Левіщенко / Серія «Технічні науки». Випуск 1 (34).
3. Бичковський, О.В. Проблема шумового забруднення у містах / О. В. Бичковський // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування - №4(52). – 2014– 218-224pp.
4. Види шуму в автомобілі .Електронна версія : <https://e-fee.ru/uk/680-vidy-shuma-v-avtomobile.html>
5. ГОСТ 17187-2010. Шумоміри. Частина 1. Технічні вимоги – М.: Стандартиформ, 2012. – 56 с.
6. ДедюИванИльич. Экологическийэнциклопедическийсловарь / И.И. Дедю – Кишинев: Гл. ред. Молд. совет. энцикл., 1989. – 406 с.: ил. — Библиогр.
7. Дослідження параметрів виробничого шуму і визначення ефективності звукоізоляції. Електронна версія :<http://opcb.kpi.ua/wp-content/uploads/>
8. Журнал ECOBUSINESS. Шумове забруднення. Електронна версія:
<http://ecolog-ua.com/articles/shumove-zabrudnennya>
9. Журнал Економічна правда. Електронна версія:
<https://www.epravda.com.ua/rus/publications/2016/04/20/588913/>
10. Зелені насадження – проти шумового забруднення в містах. Електронна версія: <http://www.novaecologia.org/voecos-1689-1.html>
11. Кулябко В. В. Аналіз конструктивних заходів для захисту об'єктів міської забудови від шуму / В. В. Кулябко, А. В. Черненко, Т. В. Черненко–2018.
12. Кундієв Ю.І. Гігієна праці: підручник (ВНЗ IV р. а.) та ін. Основи загальної гігієни праці. Виробничий шум / Ю.І. Кундієв, О.П. Яворовський, А.М. Шевченко – 2017.

13. Кучеренко Л. В. Містобудівні методи захисту від шумового забруднення міст / Л. В. Кучеренко, В. С. Калініченко // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2013. - № 1. – С. 103-107.

14. Кучерявий В. П. Аналіз процесу шумопоглинання за допомогою фітоценозів в умовах урбанізованого середовища /В.П. Кучерявий, Х.І. Авдєєва // Захист навколишнього середовища. Збалансоване природокористування : матеріали 4-ої студентської науково-практичної конференції, 27–28 жовтня 2011 року– Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2011. – С. 31–34. – Бібліографія: 2 назви.

15. Максименко Н.В., Радіонова І.І. Шумове навантаження на урболандшафти м. Первомайський, як конфлікт природокористування. Вісник ХНУ імені В.Н. Каразіна серія «Екологія», вип. 16 – 2017.

16. Орфанова М. М. Екологія міських систем: методичні вказівки / М. М. Орфанова. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2010. – 20 с.

17. Павлова І.О. Дослідження складових транспортного потоку на вулично–дорожній мережі міста / І.О. Павлова, І.С. Мурований – Міжвузівський збірник «Наукові нотатки» Луцьк, 2017. Випуск №32.

18. Решетченко А. І. Дослідження впливу автотранспортних потоків на акустичне середовище урболандшафтів / А. І. Решетченко // Комунальне господарство міст, 2018, випуск 7 (146).

19. Технічні бар'єри. Електронна версія
:https://studme.com.ua/19350317/menedzhment/tehnicheskie_barery.htm

20. Шумомір. Електронна версія: <https://xrs.ru/shumomer-ada-zsm-130-947-detail>