https://doi.org/10.36100/dorogimosti2023.28.265

УДК 625.7:504.06

Ковальчук В. В., *д-р техн. наук, доц., https://orcid.org/0000-0003-4350-1756*
Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна

ШУМОЗАХИСНІ ЗАХОДИ НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ

Анотація

Вступ. Наукові дослідження показали, що шум, який генерується транспортними засобами, негативно впливає на здоров'я людей. Тому необхідні вдосконалені рішення в галузі проєктування та планування автомобільних доріг для зменшення шумового навантаження на житлові території.

Проблематика. Зазвичай, шум виникає внаслідок руху автомобілів, їх двигунів та дорожнього покриву. Цей шум може призводити до стресу, проблем зі сном, погіршення концентрації та інших проблем з фізичним і психологічним здоров'ям.

Однією з ключових стратегій щодо шумозахисту є вибір правильного місця для будівництва автомобільної дороги та використання спеціальних геометричних рішень, які можуть сприяти зменшенню шумового навантаження на прилеглі території. Також важливим елементом є встановлення звукоізоляційних бар'єрів.

Мета. Мета роботи полягала у дослідженні та аналізу можливих рішень шумозахисту прилеглих до автомобільної дороги селитебних територій від шумового навантаження автомобільних доріг.

Матеріали та методи. Стаття носить оглядовий характер. У статті використовується системний підхід, який представляє собою сукупність загальнонаукових методологічних принципів (вимог), в основі яких лежить розгляд об'єктів як систем. Об'єктами в даній статті є шумозахисні споруди і заходи на автомобільних дорогах.

Результати. У статті висвітлено проблеми шумового забруднення навколишнього середовища від автомобільних доріг та шляхи їх вирішення.

Висновки. Високий рівень шуму може призводити до значного негативного впливу на здоров'я людини. Його прояви включають в себе збільшення нервового напруження, постійне стомлення, виснаження центральної нервової системи та кори мозку. Ці фактори негативно впливають на творчу активність, робочу продуктивність. Крім того, вони можуть викликати швидке виснаження, погіршення пам'яті, уваги, зорової гостроти та сприяти виникненню патологічних змін у слухових та серцево-судинних системах, а також інших фізіологічних змін в організмі людини.

Проаналізувавши шумозахисні заходи на автомобільних дорогах, можна зробити висновки, що питання шумової безпеки прилеглих до автомобільної дороги територій, то є комплекс заходів, що включає в себе планування, будівництва, утримання як самої дороги, так і шумозахисних об'єктів на певній автомобільній дорозі.

Ключові слова: автомобільна дорога, акустичне проєктування, геометрія дороги, транспортні засоби, шумове забруднення, шумове навантаження, шумозахисні екрани, шумозахисні конструкції, шумозахисні принципи, шумопоглинаючі конструкції.

Вступ

Різні екологічні аспекти значно впливають на якість житлового середовища. Одним із видів цього впливу є шумова забрудненість, яка, згідно з даними вітчизняних і міжнародних

джерел, на сьогодні є однією з найбільш шкідливих фізичних складових [1 – 3]. Людину постійно переслідує зростаюче навантаження від шуму, яке може мати серйозний вплив на її здоров'я та психоемоційний стан. Надмірний шум може призвести до нервового виснаження, психічної пригніченості, вегетативних неврозів, виразкової хвороби, розладу ендокринної та серцево-судинної систем, а також призвести до швидкого втомлення, погіршення пам'яті, концентрації уваги та гостроти зору.

Ці негативні наслідки особливо виражені на придорожніх територіях, де рівні шуму є надмірно високими. Високі рівні шуму також негативно впливають на продуктивність та якість праці, а також збільшують ризик травм. Наприклад, навіть збільшення рівня шуму на 10 децибелів може знизити продуктивність на (5 – 8) % [4, 5]. Для підтримання нормального рівня продуктивності при підвищенні рівня шуму від 70 дБ до 90 дБ, працівник повинен витратити на (10–20) % більше фізичних і нервових зусиль.

Проблема шуму, пов'язаного з автомобільними дорогами, є актуальною та поширеною явищем у численних населених районах всього світу. Зростання автомобільного транспорту, розширення мережі доріг та підвищення швидкостей руху спричиняють збільшення шумового навантаження на прилеглі території, особливо в житлових районах, навколо шкіл та медичних закладів.

Шум, який виникає від автомобільних доріг, має значний негативний вплив на якість життя людей. Він може спричинити проблеми зі сном, викликати стан збудження, погіршити здатність до концентрації уваги, сприяти стресовим реакціям та погіршенню як фізичного, так і психологічного здоров'я. Крім того, тривала експозиція до високих рівнів шуму може призвести до серйозних проблем із слухом.

Ця проблема стає все більше актуальною в сучасному світі, і вирішення її вимагає комплексних заходів у галузі дорожньої інфраструктури та звукоізоляції для забезпечення здорового та комфортного життя мешканців відповідних районів.

Основна частина

Наукові дослідження показали, що шум, який генерується транспортними засобами, негативно впливає на здоров'я людей. Тому необхідні вдосконалені рішення у галузі проєктування та планування автомобільних доріг для зменшення шумового навантаження на житлові території та збільшення екологічного комфорту [6].

Зазвичай, шум виникає внаслідок руху автомобілів, їх двигунів та дорожнього покриву. Цей шум може призводити до стресу, проблем зі сном, погіршення концентрації та інших проблем з фізичним і психологічним здоров'ям. Шумове забруднення може складати навіть більше ніж 70 дБ. Наприклад, за результатами вимірювань у населеному пункті Підгородне – через нього проходить автодорога Е-50 (М-04) – рівень шуму там становить 78 дБА [7]. Порівнюємо його із встановленими нормами для денної пори доби, які становлять 55 децибелів [8], і приходимо до висновку, що розрахунковий рівень шуму на території селища перевищує встановлені норми на 23 дБА:

Однією з ключових стратегій щодо шумозахисту є вибір правильного місця для будівництва автомобільної дороги та використання спеціальних геометричних рішень, які можуть сприяти зменшенню шумового навантаження на прилеглі території. Також важливим елементом є встановлення звукоізоляційних бар'єрів.

Ефективним способом боротьби з шумовим навантаженням від автомобільних доріг є встановлення шумозахисних бар'єрів вздовж них. Ці бар'єри можуть мати різні матеріали та геометричну структуру.

Наукові дослідження також підтверджують, що ефективним способом захисту сільських територій від шуму транспорту є будівництво спеціальних будинків-екранів вздовж транспортних

магістралей. За результатами досліджень, рівень шуму за такими будинками зменшується до 23 дБА порівняно з рівнем шуму на самій автомобільній дорозі. Також, крім будинків-екранів, досить ефективними є шумозахисні екрани, зроблені з різних матеріалів (бетон, плексиглас, пластмаса тощо).

Для оцінки шумового середовища населених територій використовується карта шуму (**рис. 1**), яка відображає рівні звукового тиску на плановій схемі. Ці карти дозволяють оцінювати зниження рівня шуму з віддаленням від транспортної магістралі. Створення та розроблення картографічного зображення рівня шуму на автомобільній дорозі дозволяє здійснити раціональне впровадження заходів щодо зменшення шуму, а також прийняти відповідні адміністративні та організаційні заходи та інші відповідні дії по зниженню шумового навантаження.

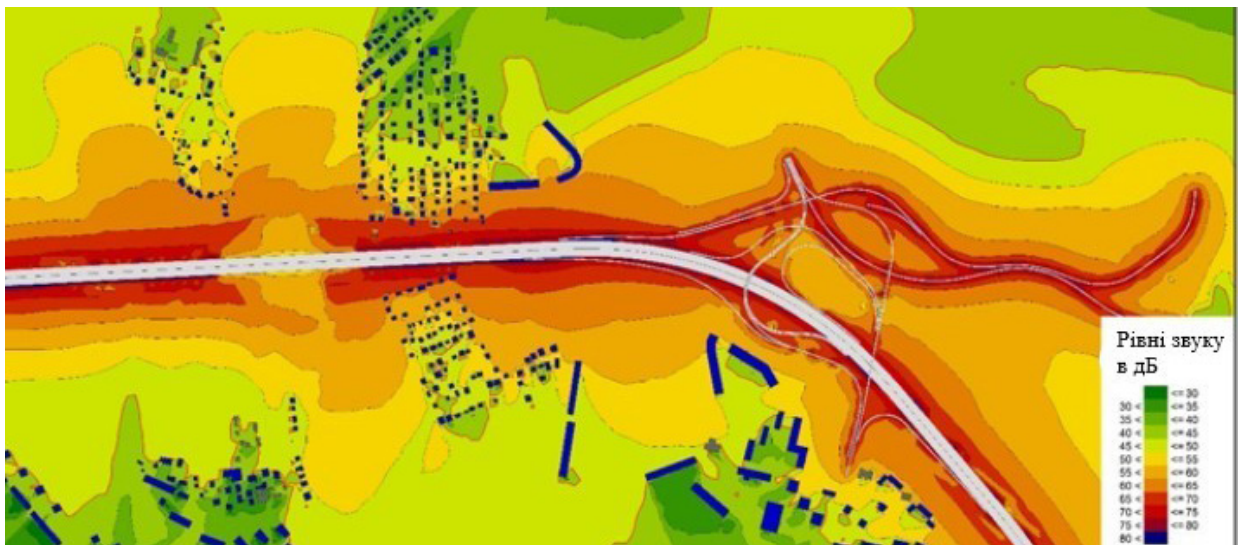


Рисунок 1 – Приклад карти шуму на прилеглій до автомобільної дороги території. Червоним позначено шумове навантаження від 75 дБ до 80 дБ, зеленим – від 30 дБ до 50 дБ

Транспортний шум є наслідком взаємодії між транспортними потоками та дорожньою мережею. З метою забезпечення акустичного комфорту на житлових територіях, розробляються заходи у трьох основних напрямках:

– Зменшення шуму на джерелі його виникнення.
– Зниження шуму під час поширення від джерела до житлових зон.
– Зменшення шуму в межах житлових забудов.

Наразі однаково важливою є ініціатива зменшення шуму на джерелі його утворення. Хоча зниження шуму автомобілів є найбільш ефективним заходом, прискорений розвиток автомобільного транспорту призвів до того, що джерелом шуму стала сама автомобільна дорога, а не окремі транспортні засоби. Таким чином, важливо враховувати рівні шуму на дорогах як частину розрахункового планування.

Для зниження шуму, який генерують автомобільні дороги, використовуються заходи організації руху, такі як зменшення швидкостей руху на ділянках, що проходять через населені пункти, раціональне розташування перехрестя та поділ транспортних потоків. До інших заходів входить будівництво шумозахисних покривів на дорогах, які дозволяють зменшити шум автомобілів під час руху.

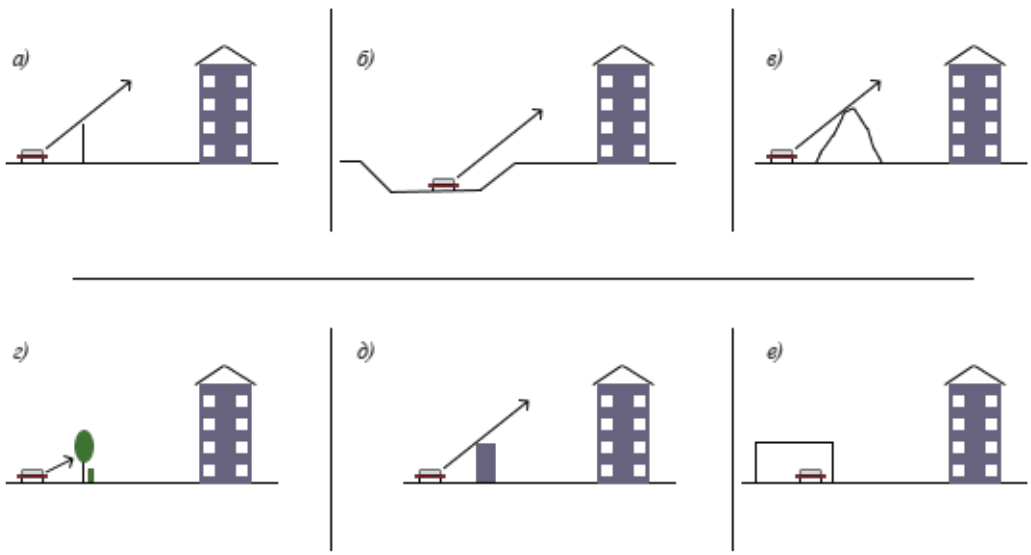
Зниження шуму на шляху його поширення від джерела до житлових зон передбачає раціональне проєктування плану дороги, використання оптимальних поперечних профілів і смуг

відводу. У випадках, коли ці умови не можуть бути виконані, для зниження транспортного шуму використовуються спеціальні шумозахисні споруди, такі як виїмки, стіни, земляні вали та будинки різного призначення. Вибір конкретних типів споруд залежить від ступеня необхідного захисту від шуму на житлових територіях.

Для зниження шуму, який поширюється від джерела до житлової забудови через автомобільну дорогу, важливе раціональне проєктування дорожньої інфраструктури, включаючи план дороги, поперечні профілі і розміщення смуги для відводу шуму. Однак у багатьох випадках неможливо забезпечити повне виконання цих умов через обмеженості дорожнього середовища та існуючі інфраструктурні обмеження.

У таких ситуаціях для зменшення транспортного шуму необхідно використовувати споруди, які створюють бар'єр для звуку. Ці споруди можуть включати в себе виїмки, стінки, земляні вали та будівлі різних призначень. Вибір конкретного типу споруди залежить від необхідного рівня захисту від шуму на житлових територіях.

Залежно від ступеня захисту території від транспортного шуму, можуть використовуватися різні типи звукоізоляційних пристроїв, такі як виїмки, стіни, кавальєри, смуги зелених насаджень, шумозахисні будівлі (**рис. 2**). Комбінування цих елементів дозволяє досягти оптимального зменшення впливу транспортного шуму на прилеглі житлові зони.



а) шумозахисний екран;
б) виїмка;
в) насип (кавальєр);
г) смуга зелених насаджень,
д) шумозахисна будівля (може бути промислова – склади тощо);
е) галерея.

Рисунок 2 – Типи шумозахисту

Серед найбільш ефективних засобів зниження шуму в житловій забудові можна виділити шумозахисні будинки, шумозахисні екрани та шумозахисні вікна. Шумозахисні будинки можна розділити на два основних типи, орієнтовані на зменшення шуму:

– Будинки з особливою архітектурно-планувальною структурою та об'ємно-просторовим розширенням.

– Будинки, у яких вікна та балконні двері мають підвищену звукоізолюючу здатність і обладнані спеціальними вентиляційними пристроями, що поєднуються з шумовими амортизаторами.

Також можливі комбіновані варіанти шумозахисних будинків, які використовуються для забезпечення акустичного комфорту для мешканців і можуть служити високоефективними засобами акустичного екранування. Це означає, що шумозахисні будинки не лише покращують умови для проживання населення, але також допомагають в значній мірі зменшити рівні шуму в областях, що перебувають у «звуковій тіні» цих будинків, досягаючи зниження рівнів шуму навіть на 25 децибел.

До 2003 року вулицею проходила трамвайна лінія. Для зменшення шуму у квартирах, майже всі вікна орієнтовані у двір і на торці, на дорогу виходить лише засклена галерея сходової клітки (**рис. 3**).

Рисунок 3 – Шумозахисний житловий будинок на вулиці Саксаганського, 45. Київ, 1979 рік. Архітектори: Н. Бруштинська, В. Шарапов, інженер Я. Шамес

Після землетрусу 1966 року Київ побудував у Ташкенті кілька будинків, що успадковують стиль київської серії 1КГ-480 – «чешок» з характерними балконами по периметру і еркерами (**рис. 4**).

Рисунок 4 – Житловий будинок на вулиці Афросіаб. Ташкент, 1967. КиївЗНДІЕП

Шумозахисні будинки, екрани та шумозахисні вікна є важливими складовими в сучасних стандартах житла і міського планування, оскільки забезпечують не лише комфорт та здоров'я мешканців, але й покращують якість середовища. Ці засоби зменшення шуму не тільки відокремлюють житлову зону від шуму автомобільних доріг, але й можуть служити захисними бар'єрами, що допомагають знизити шумове навантаження на прилеглі території та дозволяють створювати комфортні та безпечні середовища для проживання.

Підвищена звукоізоляція вікон і дверей сприяє захисту внутрішнього простору житла від надмірного шуму, забезпечуючи тишу та спокій для мешканців. Ці вікна і двері можуть також бути обладнані спеціальними вентиляційними системами, що дозволяють забезпечити свіже повітря без шуму та забруднення зовнішнього середовища.

Шумозахисні екрани (**рис. 5**) є одним з найефективніших засобів зменшення рівня шуму, не лише від транспортного руху, але й для захисту житлових зон. Вони отримали широке визнання та застосування в Сполучених Штатах, країнах Європи та Азії, і тепер активно впроваджуються в Україні. За своєю структурою, шумозахисні екрани виглядають як відносно тонкі суцільні стінки, які зменшують рівні шуму на території, що перебуває за ними. Дослідження впливу різних параметрів конструкції екрану та взаємного розташування джерела звуку та зони, яку вони захищають від шуму, почалося ще у 50-х роках двадцятого століття і продовжується до наших днів.

Рисунок 5 – Шумозахисні екрани на автомобільних дорогах

Застосування шумозахисних екранів, будинків та вікон сприяє зниженню шумового забруднення, покращенню якості життя та збереженню здоров'я мешканців, що робить їх важливою складовою сучасного житлового будівництва та розвитку міських інфраструктур.

Шумозахисні зелені насадження на автомобільних дорогах – це ефективний спосіб зменшити рівень шуму, що виникає від автотранспорту і негативно впливає на оточуюче середовище та життя людей. Ці зелені насадження можуть включати дерева, кущі, трав'янисті покриви та інші види рослин, які ростуть вздовж автомобільних доріг (**рис. 6**).

Ось кілька важливих аспектів шумозахисних зелених насаджень на автомобільних дорогах:

Зменшення шуму: Рослини абсорбують і розсіюють звукові хвилі, допомагаючи знизити рівень шуму в околицях дороги. Це особливо важливо в місцях з інтенсивним автомобільним рухом, де шум може стати серйозною проблемою для місцевих жителів.

Покращення якості повітря: Зелені насадження також впливають на якість повітря, поглинаючи вуглекислий газ і виділяючи кисень. Це може покращити середовище навколо доріг та зменшити вплив автотранспорту на забруднення повітря.

Екологічні переваги: Шумозахисні рослини сприяють біорізноманіттю, надаючи місцю для життя та живлення різних видів комах, птахів та інших тварин. Вони також сприяють збереженню ґрунту та водних ресурсів.

Естетичний вигляд: Зелені насадження прикрашають дороги і роблять їх більш привабливими для водіїв та пасажирів. Красиві ландшафтні композиції можуть сприяти відчуттю комфорту і релаксації під час поїздок.

Заощадження енергії: Рослини можуть зменшити потребу в штучному освітленні вздовж доріг під час ночі, оскільки вони відбивають світло від фар автомобілів і створюють природний зелений «завіс». Це допомагає зменшити споживання електроенергії.

Рисунок 6 – Зелені насадження вздовж автомобільної дороги

Розрахунок ефективності шумозахисних зелених насаджень на автомобільних дорогах може включати декілька параметрів і методів визначення впливу рослин на рівень шуму. Ось кілька основних аспектів, які можна враховувати в такому розрахунку:

Рівень шуму перед та після насадження: Першим кроком є вимірювання рівня шуму на дорозі до та після створення шумозахисних насаджень. Для цього використовуються звукові вимірювачі та акустичні тестування. Різниця в рівнях шуму дасть загальне уявлення про ефективність насаджень.

Тип та розмір рослин: Розташування та характер рослин у шумозахисних насадженнях мають значення. Великі дерева, кущі та інші рослини з багатою листвою можуть бути більш ефективними у поглинанні шуму, особливо у комбінації з іншими видами рослин.

Густота насаджень: Густота рослин у насадженнях також важлива. Товщина зеленої «завіси» впливає на її ефективність у поглинанні звуку. Зазвичай, більше рослин на одиницю площі допомагає знизити рівень шуму.

Довжина насаджень: Довший шумозахисний коридор з більшими рослинами може бути більш ефективним у зменшенні рівня шуму, оскільки він надає більше місця для поглинання та розсіювання звуку.

Місцеві умови: Рельєф, клімат і ґрунтові умови можуть впливати на ріст рослин і їхню ефективність у боротьбі зі шумом.

Розташування від дороги: Відстань між насадженнями та дорогою важлива. Чим ближче рослини розташовані до дороги, тим ефективніше вони можуть знижувати шум.

Моніторинг та коригування: Результати розрахунків повинні бути піддані систематичному моніторингу, і в разі потреби може знадобитися коригування схеми насаджень.

Розрахунок ефективності шумозахисних насаджень може включати математичні моделі та програми для оцінки впливу різних параметрів на рівень шуму. Ці програми та розрахунки допомагають планувати та вдосконалювати системи зелених насаджень для зменшення шуму на автомобільних дорогах і підтримувати стале середовище для життя місцевого населення. Ось деякі з них:

STAMINA (STAtistical Model for assessing the Impact of Noise Abatement): Ця програма розроблена для оцінки впливу різних видів зелених насаджень на рівень шуму на автодорозі. STAMINA використовує статистичні моделі для прогнозування зниження рівня шуму, яке може бути досягнуто завдяки рослинам.

CNOSSOS-EU (Common Noise Assessment Methods in Europe): Ця програма була розроблена для оцінки шуму в Європейському Союзі, і вона включає оцінку ефективності зелених насаджень як один із можливих заходів для зниження шуму. Вона надає методику розрахунку впливу рослин на рівень шуму.

CADNA (Computer Aided Design for Noise Abatement): Це програмне забезпечення дозволяє інженерам та архітекторам проєктувати шумозахисні структури та зелені насадження на автодорогах. Воно враховує різні параметри, включаючи типи рослин, їх розташування та властивості для оцінки їхнього впливу на шум.

TNM (Traffic Noise Model): Ця модель розвинута Федеральною автодорожньою адміністрацією США для оцінки шуму вздовж автомобільних доріг. Вона дозволяє враховувати вплив різних факторів, включаючи зелені насадження, на рівень шуму.

INM (Integrated Noise Model): Ця програма також розроблена для оцінки впливу шуму від автомобільних доріг і включає функції для розрахунку зниження шуму за допомогою зелених насаджень.

Ці програми і математичні моделі допомагають інженерам та дослідникам визначити, які параметри зелених насаджень можуть бути найбільш ефективними в зниженні рівня шуму на автомобільній дорозі. Вони також допомагають у розробці оптимальних планів для створення шумозахисних зон і зелених насаджень з метою покращення якості життя місцевого населення та зниження впливу шуму на довкілля.

Загалом, шумозахисні зелені насадження на автомобільних дорогах не лише зменшують негативний вплив шуму на людей та довкілля, але й приносять численні екологічні, естетичні та соціальні переваги. Тому їх розвиток і підтримка важливі для сталого розвитку наших міст та інфраструктури.

Висновки

Шум є однією з основних турбуючих факторів для жителів, і транспорт виступає одним із основних джерел шуму. Вплив шумових факторів на здоров'я людини виявляється у високому рівні нервового напруження, постійному перевтомі, виснаженні центральної нервової системи та кори мозку. Ці аспекти негативно впливають на творчу діяльність, продуктивність роботи, її якість та безпеку. Також вони можуть викликати швидку втомлюваність, погіршення пам'яті, зосередженості, гостроти зору, а також призводити до патологічних змін у органах слуху та серцево-судинній системі, а також інших фізіологічних змін в організмі людини.

При проєктуванні або реконструкції житлових територій проєктувальники повинні передбачити та прогнозувати очікувані рівні шуму, враховуючи основні фактори, що впливають на їхню інтенсивність. Крім того, вони повинні гарантувати створення акустичного комфорту для мешканців.

Для забезпечення комфортних умов в житлових зонах щодо шумового забруднення від автотранспорту можуть бути вжиті такі заходи:

Зменшення шуму в джерелі його утворення, наприклад, зміною конструкції автомобілів або двигунів, використання шумопоглинаючого покриву доріг або обмеження руху.

Зменшення шуму на шляху його поширення, застосовуючи екрануючі споруди та зелені насадження.

Зменшення шуму внутрішнього простору будинку шляхом використання шумозахисних вікон та планування будинку.

Ці заходи сприяють поліпшенню якості життя та сприяють збереженню здоров'я мешканців, сприяючи створенню комфортних та безпечних умов для проживання.

Додатково, при проєктуванні житлових територій, слід враховувати інтеграцію зелених насаджень та ландшафтного планування, оскільки рослини та дерева можуть слугувати

природними засобами поглинання шуму та зниження його впливу на мешканців. Додатково, архітектурні рішення житлових комплексів можуть передбачати створення тих місць, які дозволять жителям відпочивати та знаходити у тиші, незважаючи на шум навколишнього середовища.

Загальний підхід до шумозахисту в житлових районах полягає в комплексному плануванні, в якому враховуються як шумові характеристики транспортних маршрутів і доріг, так і дизайн будівель та внутрішньої планування житла. Це сприяє створенню сприятливих умов для мешканців і зменшенню негативного впливу шуму на їхнє фізичне та психологічне здоров'я.

Список літератури

1. Гільов В. В. Забезпечення екологічної безпеки промислового регіону. Вісник Придніпровської державної академії академії та архітектури. Дніпропетровськ, 2015. №4 (205). С. 62–67.

2. Гільов В.В. Оцінка якості та безпеки життєдіяльності населення, яке проживає на території з багатоповерховою забудовою за фактором шумового забруднення. International Scientific Journal. Київ, 2015. № 1. С. 14–17.

3. Road traffic noise and health-related quality of life: A cross-sectional study. Berlin, 2021. URL: https://www.noiseandhealth.org/article.asp?issn=1463-1741;year=2013;volume=15;issue=65;spage=224;epage=230;aulast=Welch (дата звернення 23.10.2023).

4. Stephen A. Stansfeld, Mark P. Matheson. Noise pollution: non-auditory effects on healt. British Medical Bulletin. Berlin, 2003. Volume 68, Issue 1. DOI: https://doi.org/10.1093/bmb/ldg033 (дата звернення 23.10.2023).

5. Summary of Noise Barriers Constructed By December 31, 2010. Washington, DC: U.S. Department of Transportation, July 2012.

6. Гільов В. В. Визначення коефіцієнту акустичного комфорту (дискомфорту) для територій з садибною забудовою. Строительство, материаловедение, машиностроение. Днепропетровск, 2007. Вип. 43. С. 111–113.

7. Ріпний О.Ю., Глобчак Б.В., Гільов В. В., Ткач Н.О. Засоби зменшення негативного впливу на населення від автомобільної дороги на прикладі м. Підгороднє. Молодь: наука та інновації: Матеріали VI Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених, 19 листопада 2018 р. Дніпро, 2018. Т. 10. екологічні проблеми регіону. С. 89–90.

8. ДБН В.1.1-31:2013 Захист території, будинків і споруд від шуму. Київ, 2013. 45 с. (Інформація та документація).

References

1. Hilov V. V. Zabezpechennia ekolohichnoi bezpeky promyslovoho rehionu [Ensuring environmental safety of the industrial region]. Visnyk Prydniprovskoi derzhavnoi akademii akademii ta arkhitektury. Dnipropetrovsk, 2015. №4 (205). P. 62–67 [in Ukrainian].

2. Hilov V.V. Otsinka yakosti ta bezpeky zhyttiediialnosti naselennia, yake prozhyvaie na terytorii z bahatopoverkhovoiu zabudovoiu za faktorom shumovoho zabrudnennia]Assessment of the quality and safety of life activities of the population living in the territory with multi-storey buildings by the factor of noise pollution]. International Scientific Journal. Kyiv, 2015. № 1. P. 14–17 [in Ukrainian].

3. Road traffic noise and health-related quality of life: A cross-sectional study. Berlin, 2021. URL: https://www.noiseandhealth.org/article.asp?issn=1463-1741;year=2013;volume=15;issue=65;spage=224;epage=230;aulast=Welch (Last accessed: 23.10.2023) [in English].

4. Stephen A. Stansfeld, Mark P. Matheson. Noise pollution: non-auditory effects on healt. British Medical Bulletin. Berlin, 2003. Volume 68, Issue 1. DOI: https://doi.org/10.1093/bmb/ldg033 (Last accessed: 23.10.2023).

5. Summary of Noise Barriers Constructed By December 31, 2010. Washington, DC: U.S. Department of Transportation, July 2012 [in German].

6. Hilov V. V. Vyznachennia koefitsiientu akustychnoho komfortu (dyskomfortu) dlia terytorii z sadybnoiu zabudovoiu [Determination of the coefficient of acoustic comfort (discomfort) for territories with manor buildings]. Stroitel′stvo, materialovedenie, mašinostroenie. Dnepropetrovsk, 2007. Iss. 43. P. 111–113 [in Ukrainian].

7. Ripnyi O.Iu., Hlobchak B.V., Hilov V. V., Tkach N.O. Zasoby zmenshennia nehatyvnoho vplyvu na naselennia vid avtomobilnoi dorohy na prykladi m. Pidhorodnie [Means of reducing the negative impact on the population from the road on the example of the city of Pidgorodnoe]. Molod: nauka ta innovatsii: Materialy VI Vseukrainskoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii studentiv, aspirantiv i molodykh vchenykh, 19 lystopada 2018 r. Dnipro, 2018. T. 10. ekolohichni problemy rehionu. P. 89–90 [in Ukrainian].

8. DBN V.1.1-31: 2013 Zakhyst terrytoryy, budynkiv i sporud vid shumu [State Building Norms (DBN V.1.1-31: 2013) Territories, buildings and structures protection against noise]. Kyiv, 2013. 45 p. (Information and documantation) [in Ukrainian].

Vitalii Kovalchuk, *D.Sc., Associate Prof*, *https://orcid.org/0000-0003-4350-1756*

Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

NOISE PROTECTION MEASURES ON HIGHWAYS

Abstract

Introduction. Scientific studies have shown that noise generated by vehicles has a negative impact on human health. Therefore, improved solutions in the field of road design and planning are needed to reduce the noise load on residential areas.

Problems. Typically, noise is caused by traffic, engines, and road surfaces. This noise can lead to stress, sleep problems, impaired concentration, and other physical and psychological health problems.

One of the key strategies for noise protection is to choose the right location for road construction and use special geometric solutions that can help reduce the noise load on the surrounding areas. Another important element is the installation of sound barriers.

Objective. The purpose of the study was to investigate and analyze possible solutions for noise protection of residential areas adjacent to the highway from the noise load of highways.

Materials and methods. The article is of a review nature. The article uses a systematic approach, which is a set of general scientific methodological principles (requirements) based on the consideration of objects as systems. The objects in this article are noise protection structures and measures on highways.

Results. The article highlights the problems of noise pollution of the environment from highways and ways to solve them.

Conclusions. High noise levels can have a significant negative impact on human health. Its manifestations include an increase in nervous tension, constant fatigue, and depletion of the central nervous system and cerebral cortex. These factors have a negative impact on creative activity and work productivity. In addition, they can cause rapid exhaustion, deterioration of memory, attention, visual acuity, and contribute to pathological changes in the auditory and cardiovascular systems, as well as other physiological changes in the human body.

Having analyzed noise protection measures on highways, we can conclude that the issue of noise safety of the territories adjacent to the highway is a set of measures that includes planning, construction, maintenance of both the road itself and noise protection facilities on a particular highway.

Keywords: highway, noise load, noise barriers, noise-absorbing structures, acoustic design, noise protection principles, road geometry, vehicles, noise pollution, noise protection structures.