

Шифр: «ШУМ»

Наукова робота на тему
ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ УРБОЕКОСИСТЕМ ПРИ
ШУМОВОМУ НАВАНТАЖЕННІ АКУСТИЧНОГО ПРОСТОРУ

2021

АНОТАЦІЯ

Студентської наукової роботи «ШУМ»

Основні результати. У роботі досліджено зниження шумового навантаження на довкілля, шляхом застосування методів захисту урбанізованої території в умовах житлової забудови великих міст, що зазнають впливу від лінійних джерел шуму. Шумове забруднення, що є складовою фізичного забруднення навколишнього середовища, у розвинених країнах, а саме країнах Європейського союзу, значиться одним з найнебезпечніших видів забруднення, техногенного характеру, міського середовища, а отже, потребує моніторингу та розробки заходів, які б могли знизити негативний вплив шуму. Більша частина населення мешкає у великих містах, тому питання екологічної безпеки урбоекосистем мають першочергове значення.

Структура роботи: робота складається з 44 сторінки (основний текст 28 стор.), містить вступ, літературний огляд відомих рішень із поставленої проблеми, розділи що описують умови та методи проведення досліджень і результати власних досліджень, список використаних джерел (30 найменувань) і 3 додатки. В роботі ілюстровано 5 таблиць та 4 рисунки.

Апробація та впровадження: результати роботи мають впровадження в Харківському національному автомобільно-дорожньому університеті та Науково-дослідній установі Український науково-дослідний інститут екологічних проблем.

Ключові слова: автомобільний транспорт, екологічна безпека, акустичне забруднення, рівень шумового навантаження, джерело шуму, урбанізовані території, модульне озеленення будівель.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ СТОСОВНО СУЧАСНОГО СТАНУ ПИТАННЯ.....	5
1.1. Аналіз чинного законодавства України стосовно моніторингу рівнів шуму на територіях житлових забудов.....	5
1.2. Досвід Європейських країн, щодо організації моніторингу рівнів шумового навантаження.....	8
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ ЗАХИСТУ ТЕРИТОРІЙ СЕЛЬБИЩНИХ ЗОН УРБОЕКосИСТЕМ ВІД ШУМОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ.....	10
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ОЦІНКИ РІВНІВ ШУМОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ ДОСЛІДЖУВАНИХ ДІЛЯНОК УРБОЕКосИСТЕМ.....	14
3.1. Фізико-географічні особливості району розміщення досліджуваної ділянки автомобільної дороги державного значення Н-01 Київ – Знам’янка..	14
3.2. Оцінка рівнів шумового забруднення на досліджуваній ділянці автомобільної дороги на прикладі м Кагарлик та с Липовець Київської області.....	15
3.3. Фізико-географічні особливості району розміщення досліджуваної ділянки автомобільної дороги М-03 Київ – Харків – Довжанський.....	21
3.4. Оцінка рівнів шумового забруднення на досліджуваній ділянці автомобільної дороги на прикладі с Лісне, Харківської області.....	21
РОЗДІЛ 4 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО МОЖЛИВИХ ШЛЯХІВ ЗНИЖЕННЯ РІВНІВ ШУМОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ, З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ УРБОЕКосИСТЕМ.....	26
ВИСНОВКИ.....	27
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	29
ДОДАТКИ Б.....	33
ДОДАТКИ В.....	37
ДОДАТКИ Г.....	40

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. В умовах сьогодення питання підвищення рівня екологічної безпеки урбоєкосистем при шумовому навантаженні набуває все більшої актуальності. В даний час екологічна обстановка в населених пунктах, особливо в великих містах, за багатьма параметрами не відповідає необхідному рівню комфортності проживання мешканців цих міст. Шум, як один із чинників, які негативно впливають на здоров'я людини, невпинно зростає, незважаючи на введення все більш суворих заходів для боротьби із забрудненням навколишнього середовища. Завдяки стрімко розвиваючій будівельній діяльності, зростаючим транспортним потокам на вулицях наших міст зростає і шумове забруднення.

Метою роботи є дослідження зниження шумового навантаження на довкілля, шляхом застосування методів захисту урбанізованої території в умовах житлової забудови великих міст, що зазнають впливу від лінійних джерел шуму.

Для досягнення зазначеної мети було поставлено такі задачі дослідження:

- дослідити стан проблеми забезпечення екологічної безпеки при шумовому навантаженні;
- обґрунтувати вибір методів та об'єктів дослідження та умов здійснення зниження шумового навантаження на акустичний простір;
- розрахувати рівні шумового навантаження на території житлової забудови;
- оцінити можливість екологічного ризику від шумового навантаження з метою формування баз даних для прийняття управлінських рішень в сфері захисту від шуму;
- надати рекомендації щодо можливих шляхів зниження рівнів шумового забруднення, з метою підвищення екологічної безпеки урбоєкосистем.

Об'єкт дослідження – вплив шумового забруднення на урбоєкосистеми.

Предмет дослідження - методи та засоби підвищення рівня екологічної безпеки урбоєкосистем у випадку шумового забруднення.

РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ СТОСОВНО СУЧАСНОГО СТАНУ ПИТАННЯ

При вирішенні проблем підвищення екологічної безпеки урбоекосистем на сьогодні важливе місце займає питання захисту від шумового навантаження населення. У такому випадку загальний стан шумової обстановки розглядається як шумовий (акустичний) режим території.

Шумовий режим території визначається акустичним полем в приземному шарі атмосфери, що формується при роботі джерел шуму. Він визначається в залежності від акустичних характеристик джерел шуму і параметрів території (рельєфного розподілу, озеленення, виду забудови, наявності екрануючих елементів території).

1.1. Аналіз чинного законодавства України стосовно моніторингу рівнів шуму на територіях житлових забудов.

Згідно Статті 24 ЗУ «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» [1] органи виконавчої влади, органи місцевого самоврядування зобов'язані здійснювати відповідні організаційні, господарські, технічні, технологічні, архітектурно-будівельні та інші заходи щодо попередження утворення та зниження шуму до гранично допустимих рівнів, установлених санітарними нормами. На територіях об'єктів, що захищені та до яких відносяться прибудинкові території, Державними санітарними нормами [2] встановлені нормативні значення, такі як: вдень з 8 ранку до 22.00 допустимий рівень шуму не повинен перевищувати 55 дБА; вночі з 22.00 до 8.00-45 дБА.

Для того щоб забезпечити дотримання допустимих нормативних рівнів шуму, а також подальшого застереження забруднення сельбищ цих територій шумом, необхідно впровадити систему моніторингу рівнів шуму.

Закон України [3] наголошує, що «державному обліку в галузі охорони атмосферного повітря підлягають: об'єкти, які справляють або можуть справити шкідливий вплив на здоров'я людей та на стан атмосферного повітря; види та обсяги забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферне повітря; види і

ступені впливу фізичних та біологічних факторів на стан атмосферного повітря». Як вже відомо, що шум відноситься до фізичних факторів забруднення атмосферного повітря.

Згідно Державних санітарних норм [4] можна привести визначення шуму, як «шум як фізичний фактор – акустичні коливання, що характеризуються випадковою зміною амплітуди, частоти і тривалості». «Шум повітряний – шум, який випромінюється джерелом безпосередньо у повітря і поширюється повітряним шляхом». Таким чином, можна сказати, що до державного обліку, в необхідному порядку, включатися спостереження за рівнями шумового навантаження, але зараз відсутня узгодженість проведення моніторингу шумового забруднення, який би був погоджений на законодавчому рівні.

У нормативно-правовій базі України поняття моніторингу згідно з положенням про державну систему моніторингу довкілля [5] має бути спрямоване на підтримку екологічної безпеки держави та здійснення природоохоронних заходів.

Відповідно до [6] термін «система моніторингу» трактується як: «це відкрита інформаційна система, пріоритетами функціонування якої є захист життєвих екологічних інтересів людини і суспільства; забезпечення природних систем; відведення кризових змін екологічного стану довкілля і запобігання надзвичайним екологічним ситуаціям». Стосовно іншої постанови, а саме про затвердження ліцензійних умов провадження господарської діяльності з захоронення побутових відходів приводиться інше значення терміну: «система моніторингу – контроль за станом підземних вод, водойм, атмосферного повітря, ґрунтів і рослин, шумового забруднення в зоні можливого негативного впливу місця провадження діяльності».

Згідно ЗУ «Про охорону навколишнього природного середовища» [7], статті 22, який вимагає обов'язкове проведення моніторингу навколишнього середовища центральними органами виконавчої влади або іншими державними органами, які уповноважені спостерігати за станом навколишнього середовища. До моніторингу атмосферного повітря може бути віднесено і спостереження за

рівнями шумового навантаження., відповідно до статті 31 ЗУ «Про внесення змін до Закону України «Про охорону атмосферного повітря» [3].

Стосовно міжнародних стандартів, а саме серії ISO 14000, то вони спрямовані на впровадження моніторингу для контролю за змінами, які можуть вплинути на якість навколишнього середовища негативно [8]. Гармонізований міжнародний стандарт (дозволяє виконати обов'язкові вимоги) в Україні, серії ISO 14004:2016 [9] представляє шум, як один із екологічних аспектів діяльності організацій, які впливають на довкілля, але не описує вплив шумового навантаження від лінійних джерел, а саме від автотранспорту. У ДСТУ ISO 14001-97 [10] показується, що моніторинг являється головною функцією системи управління навколишнім середовищем.

Щодо стандартів серії ISO 1996, то основною метою є сприяння міжнародній гармонізації методів опису, вимірювання та оцінки екологічного шуму з усіх джерел [8].

Стандарт ISO 1996-2:2017, створений для використання його як основи для розробки на його базі більш уточнених стандартів, які спрямовані на конкретні виміри від різних джерел шуму [8].

Стандарт ISO 1996-1:2016 описує коригування звуків, що мають різні характеристики. Згідно даного стандарту введено та надано значення терміну «рейтинговий рівень», що використовується для опису прогнозів фізичного звуку або вимірювань.

Якщо розібрати відмінність між стандартом ISO 1991-1:2016 та чинними нормативно-правовими актами держави, то до основної відміни можна віднести розподіл вимірювання рівнів шуму за опорними інтервалами часу. Такими інтервалами виступає день, вечір та ніч. Із 7.00 ранку до 19.00 вечора виділяють інтервал денний. Згідно ISO з 19.00 до 23.00 триває вечірній час (чотирьохгодинний інтервал), та нічний інтервал із 23.00 до 7.00 ранку [8].

Існує певна кількість Директив в Європейському Союзі, що регламентують порядок проведення моніторингу, а також оприлюднення даної інформації [11-14]. Але лише одна із Директив Європейського Союзу [15]

пристосована до екологічного законодавства України та відображено у Законі України «Про охорону навколишнього природного середовища» [7], це не розповсюджується на проведення процедури моніторингу стосовно рівнів шуму, а лише стосується залучення громадськості до обговорення питань щодо прийняття рішень.

Також є чотири Директиви ЄС стосовно акустичного забруднення від різноманітних джерел та систем управління, процесами, які пов'язані із шумом, які не пройшли процес імплантації в Україні [16-18].

Після проведення аналізу міжнародного та європейського законодавства, виявлено, що лише Директивою 2002/49/ЄС регламентовано зобов'язання, порядок і також організацію моніторингових досліджень рівнів шуму з метою створення карт акустичного забруднення та подальшою організацією шумозахисних заходів [8, 16].

1.2. Досвід Європейських країн, щодо організації моніторингу рівнів шумового навантаження.

Головне управління з питань навколишнього середовища (The Directorate-General for the Environment) було створене за ініціатииви Європейської комісії, головною метою якого було – захист довкілля. Під керівництвом управління з 1996 року проходить активна політика, яка націлена на покращення акустичного стану великих міст та агломерацій в межах країн Європейського Союзу. До створення концепції боротьби із негативним впливом шуму на міські та сільські населені пункти першим кроком стало впровадження програми «Зелений меморандум перспективної шумової політики» [19]. В даному документі наголошується на неповноту вивчення проблеми стосовно надмірного акустичного навантаження у порівнянні з іншими екологічними проблемами сучасних міст [8].

Директиву 2002/49/ЄС від 25 червня 2002 року прийняли Рада Європи та Європейський парламент [16]. Головною метою Директиви є визначення загального підходу, спрямованого на те, щоб уникнути, запобігти або зменшити в пріоритетному порядку шкідливий вплив шуму [16]. Директива акцентує

увагу на створенні основи для розвитку заходів, які б могли знизити рівень шумового навантаження, створюваний різними джерелами шуму.

Методи стосовно оцінки та управління процесами стосовно шуму, який впливає на людей в межах забудованих жилих територій, зон для відпочинку та парків в міській агломерації, біля шкіл та ліцеїв, лікарень, а також інших територій, які є чутливими до шумового навантаження, представлені у Директиві 2002/49/ЄС [16]. Зокрема, цим документом передбачені наступні дії:

а) Визначення шумової витримки населених пунктів. Згідно Директиви рівні шумового навантаження, які визначаються, підлягають картуванню для того, щоб в подальшому розробити план дій щодо зниження шумового забруднення [20]. При посиленні кожні 3-5 років жорсткості екологічних вимог, що стимулює розвиток автомобільних об'єднань на випуск екологічно безпечних, у тому числі малошумних транспортних засобів.

б) Створення карт шуму. Згідно до Директиви стратегічні шумові карти повинні містити інформацію стосовно існуючої або ж прогнозованої акустичної ситуації, перевищення значень рівня шуму відповідно до нормативних, кількості населення та площі територій, що розташовані у зоні підвищеного рівня шуму.

Європейське законодавство акцентує на необхідності створення шумових карт для автомагістралей з інтенсивністю транспортного руху 3 млн. автомобілів за рік. У Комісію ЄС, кожні п'ять років держави-члени ЄС зобов'язані подавати інформацію стосовно акустичної ситуації на основних автомобільних дорогах.

с) Забезпечення доступу громадськості до інформації щодо рівня шумового навантаження у навколишньому середовищі за умови наявності такої. Країни мають забезпечити участь громадськості у кожному етапі процесу, з наданням достатньої кількості часу для обговорення.

При проведенні аналітичного огляду сучасного стану питання можна зазначити, що на даний момент вивченню процесів утворення шуму в урбосистемах приділяється мало уваги в Україні, на відміну від Європейських

держав, в яких питання захисту від шумового навантаження є одне із основних та першочергове для підтримки екологічної безпеки. Проаналізувавши нормативно-правову базу України було знайдено декілька недоліків в екологічному законодавстві щодо проведення організації моніторингу рівнів акустичного забруднення. А також помічено відсутність методичного та організаційного забезпечення, щодо проведення моніторингу рівнів шумового навантаження на територіях житлових забудов.

РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ ЗАХИСТУ ТЕРИТОРІЙ СЕЛЬБИЦЬНИХ ЗОН УРБОЕКОСИСТЕМ ВІД ШУМОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Засоби захисту довкілля від шуму, які найчастіше застосовуються, можна поділити на засоби колективного та індивідуального захисту. Домінуючими вважаються засоби колективного захисту від шуму на шляху його поширення (рис.2.1).



Рисунок 2.1 - Засоби колективного захисту від шуму на шляху його поширення

Захист від шуму із застосуванням будівельно-акустичних засобів проектується на основі визначеного (за результатами акустичного розрахунку або інструментальних вимірювань) необхідного зниження рівнів шуму джерел до допустимих величин, передбачаючи у загальному випадку такі заходи [21]:

а) у житлових і громадських будинках:

1) раціональну орієнтацію будинку відносно постійних інтенсивних зовнішніх джерел шуму з урахуванням вимог щодо забезпечення необхідної інсоляції приміщень згідно з [22,23,24];

2) раціональне об'ємно-планувальне рішення будинку, яке передбачає раціональне розміщення власних джерел шуму (венткамери, індивідуальні теплові пункти, трансформаторні підстанції, холодильне устаткування, компресорні установки тощо) відносно приміщень, що потребують захисту від шуму; локалізацію шумного обладнання в технічних приміщеннях з достатньою звукоізоляцією огорожувальних конструкцій, що забезпечує необхідне зниження рівнів шуму; відокремлення приміщень з джерелами шуму від приміщень з нормованими рівнями шуму допоміжними приміщеннями з ненормованими рівнями шуму або приміщеннями з порівняно високими допустимими рівнями шуму; розташування особливо шумного обладнання в окремих ізольованих прибудовах;

3) застосування внутрішніх і зовнішніх огорожувальних конструкцій, що забезпечують як нормативну, так і необхідну (розрахункову) звукоізоляцію;

4) застосування звукопоглинального облицювання в приміщеннях громадських будинків;

5) застосування глушників шуму в системах вентиляції і кондиціонування повітря;

6) застосування акустичних екранів і звукоізолювальних укриттів для відкрито встановленого шумного обладнання на території, на покрівлях або на фасадах будинків;

7) віброізоляцію інженерного і санітарно-технічного обладнання будинків, трубопроводів інженерних мереж;

8) застосування заходів щодо запобігання виникненню і поширенню структурного шуму по конструкціях будинку;

б) на території житлової забудови та ландшафтно-рекреаційних територіях:

1) раціональне функціональне і територіальне зонування території населеного пункту з відокремленням сельбищних і рекреаційних територій від шумних промислових, комунально-складських зон, транспортних підприємств, автомобільних доріг і залізниць загальної мережі тощо, спрямоване на забезпечення найбільш сприятливих акустичних умов на прилеглих територіях з нормованими рівнями шуму;

2) дотримання розрахункових санітарно-захисних зон (за фактором шуму) навколо основних стаціонарних джерел шумового забруднення;

3) раціональне планування і організація вулично-дорожньої мережі населених пунктів, районів, мікрорайонів із забезпеченням максимально можливого зменшення зон акустичного дискомфорту від транспортного шуму на території житлової забудови;

4) розташування житлових будинків, дитячих дошкільних закладів, шкіл, закладів охорони здоров'я, будинків-інтернатів для людей похилого віку в зонах, найбільш віддалених від постійних джерел шумового забруднення, на відстанях, обґрунтованих акустичним розрахунком;

5) застосування на першій лінії примагістральної забудови шумозахисних будинків-екранів житлового і громадського призначення;

6) застосування штучних шумозахисних екранів та шумозахисних властивостей елементів рельєфу місцевості (пагорби, яри, балки) при прокладанні автомобільних доріг загального користування, залізниць, магістральних вулиць і доріг;

7) забезпечення необхідної звукоізоляції зовнішніх огорожувальних конструкцій житлових і громадських будинків;

8) застосування шумозахисних смуг зелених насаджень.

Поняття звукопоглинання та звукоізоляції часто прирівнюють, хоча між ними є принципова різниця, яку необхідно враховувати при вирішенні практичних завдань щодо боротьби із шумом [25].

Метод звукопоглинання найчастіше застосовують у виробничих приміщеннях.

Звукопоглинання це зменшення енергії звукових хвиль, що відбиваються від зустрічних перешкод через перетворення звукової енергії в теплову. Звукопоглинання застосовують тоді, коли неможливо досягнути зниження рівнів шуму в джерелі його виникнення [25].

Звукоізоляція призначена для зменшення проникання шуму в ізольоване приміщення або ж на територію житлової забудови від джерела, розташованого в сусідньому приміщенні або відкритому просторі.

Звукоізолювальні екрани встановлюють на території житлових забудов для зниження шуму, що виникає у відкритому середовищі. Застосування доцільне у тому випадку, коли шум екранованого джерела не менше, ніж на 10 дБА вищий від рівнів, що створюються іншими джерелами в забудові [26].

Звукоізолювальна ефективність екрану – це зниження рівнів звукового поля в розрахунковій точці (РТ), розташованій за екраном, яка залежить в основному від розмірів і форми екрану, а також відстані від джерела шуму і РТ до екрану, частоти звуку. Екрани можуть бути плоскої або П-подібної форми, гладкими (із металі, пластмаси та ін.) або зі звукопоглинальним облицюванням товщиною не менше 50 мм зі сторони джерела шуму, а також можуть бути як стаціонарними так і пересувними [27].

Підвищений шум у навколишньому середовищі часто створюється під час роботи вентиляторних, компресорних, газотурбінних установок, стендів для випробування різних двигунів внутрішнього згорання, технологічного обладнання аеродинамічного походження. Рівень цього шуму знижується за допомогою глушників, встановлених у каналах, трубопроводах, повітропроводах [28].

В залежності від принципу дії глушники поділяють на адсорбційні, реактивні (рефлексні), а також комбіновані. Шум, при використанні адсорбційних глушників, знижується поглинанням звукової енергії у звукопоглинальних матеріалах глушників, а в реактивних глушниках – у 30 результаті відбиття звуку зворотно до джерела шуму. Комбіновані глушники володіють властивістю як поглинати, так і відбивати звук [28].

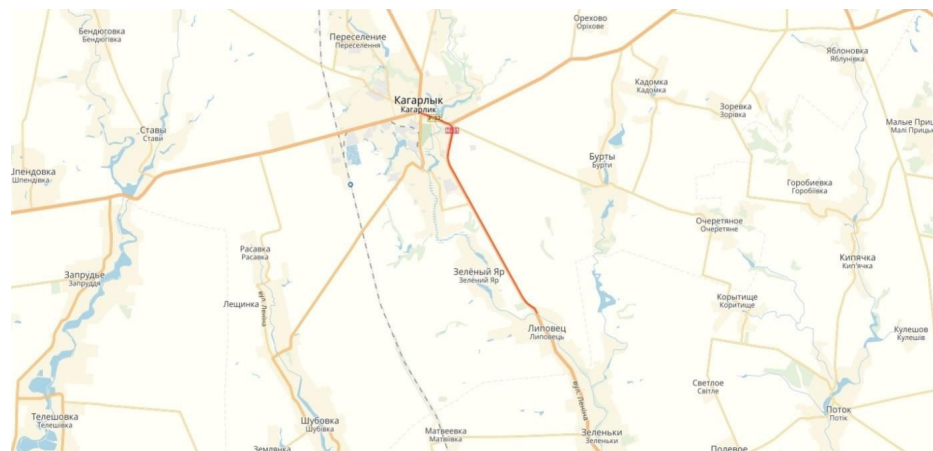
На пришляхових територіях, довкола промислових підприємств для зниження шуму від технологічного обладнання і транспортних засобів використовують смуги зелених насаджень. Правильно висаджена шумозахисна зелена смуга складається з дерев висотою 5-8 м, посаджених таким чином, щоб їх крони утворювали достатньо замкнений простір, а також із кущів, для того, щоб повністю закривати проміжки між кронами дерев.

Для забезпечення екологічної безпеки урбоєкосистем при шумовому навантаженні акустичного простору було обрано фасадне (вертикальне, ампельне) озеленення, як альтернативний метод захисту територій житлових забудов.

РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ОЦІНКИ РІВНІВ ШУМОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ ДОСЛІДЖУВАНИХ ДІЛЯНОК УРБОЄКОСИСТЕМ

3.1 Фізико-географічні особливості району розміщення досліджуваної ділянки автомобільної дороги державного значення Н-01 Київ – Знам'янка.

В адміністративному відношенні ділянка автомобільної дороги державного значення Н-01 Київ – Знам'янка на ділянці км 79+950 – км 89+600 розташована в Кагарлицькому районі Київської області поблизу населених пунктів: с. Липовець, с. Зелений яр та м. Кагарлик. (рисунок 3.1).



 - досліджувана ділянка автомобільної дороги

Рисунок 3.1 – Географічне положення району розміщення досліджуваної ділянки

Кагарлицький район – район у Київській області України, розташований на південному сході області. Районний центр – місто Кагарлик. Утворений 1923 року.

Населення становить 33 890 осіб (на 1 січня 2016). Площа – 926 км².

Межує з Обуховським, Бориспільським (на півночі), з Миронівським (на сході), з Рокитянським (на півдні) та з Білоцерківським (на заході) районами Київської області.

3.2 Оцінка рівнів шумового забруднення на досліджуваній ділянці автомобільної дороги на прикладі м Кагарлик та с Липовець Київської області

За даними Служби автомобільних доріг у Київській області інтенсивність руху по типах транспортних засобів при експлуатації автомобільної дороги складає 13914 авт./добу. Інтенсивність руху на існуючий стан 2020 р. та перспективна інтенсивність руху автомобільного транспорту на розрахунковий перспективний 2040 рік, наведена у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Добова інтенсивність руху на 2020 та 2040 роки.

Марка автомобілю	Вантажність, т	Кількість, 2020 р. авт./добу	Процент у потоці	Кількість, 2040 р. авт./добу	Квант.	Кпроб.	Спр.
ВАЗ-1118	0,00	12036	85,54	24895	1,00	1,00	0,000
ГАЗ-33021	1,50	738	5,68	1096	1,00	1,00	0,000
MERCEDES-BENZ Sprinter 2	3,50	101	0,78	151	1,00	1,00	0,001
IVECO Daile 50 C 13 V	5,20	100	0,77	148	1,00	1,00	0,007
MAN L 2000 8.163	8,00	130	1,00	193	1,00	1,00	0,045
IVECO EuroCargo ML 135 E1	13,50	130	1,00	193	1,00	1,00	0,426
VOLVO FL 7	26,00	578	4,45	859	1,00	1,00	2,265
Богдан А091	8,10	101	0,78	151	1,00	1,00	0,045
Всього		13914	100,0	27686			

Вихідні дані для подальшого розрахунку шумового навантаження на досліджуваній ділянці автомобільної дороги розраховані за формулами 2,2 - 2,5 представленими у підрозділі 2.4, та наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Вихідні дані та результати розрахунку еквівалентного рівня звуку $L_{A \text{ екв}}$, який створюється потоком засобів автомобільного транспорту на досліджуваній ділянці автомобільної дороги

Показники	Позначення	Од. виміру	Існуючий стан		Перспективний стан	
			день	ніч	день	ніч
Середня швидкість транспортного потоку на перегоні	V	км/год	50	50	50	50
Зведена (відносно швидкості легких) середня швидкість транспортного потоку на перегоні	$VЗ$	км/год	170	170	170	170
Зведена (за звуковою енергією) інтенсивність руху	$NЗ$	од/год	1501	196	1894	291
Частка засобів вантажного та громадського транспорту в потоці	–	%	9	9	9	9
Поправка, що враховує тип покриття проїзної частини вулиці або дороги	$L_A \text{ покр}$	дБА	0	0	0	0
Поправка, що враховує поздовжній ухил вулиці або дороги	$L_A \text{ ухил}$	дБА	1	1	1	1
Еквівалентний рівень звуку від потоку засобів автомобільного транспорту на відстані 7,5 м від осі найближчої смуги руху транспорту	$L_A \text{ екв}$	дБА	67,5	58,6	68,5	60,3

Величини максимального рівня звуку $L_{A \text{ макс}}$, які створюються потоком засобів автомобільного транспорту, визначалися згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-33:2013, п.п. 6.2.3, таблиця 3 [29].

Для житлових вулиць величини $L_{A \text{ макс}}$ дорівнюють:

- для денного часу – 85 дБА;
- для нічного часу – 80 дБА.

Найближча житлова забудова розташована від краю проїжджої частини автомобільної дороги на відстані 8 м.

Вихідні дані та результати розрахунків очікуваних рівнів шуму в точках, на території найближчої житлової забудови наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Результати розрахунків очікуваних рівнів шуму в точках, на території найближчої житлової забудови

№ РТ	Відстань від краю проїжджої частини автодороги до забудови, м	Еквівалентні рівні шуму $LA_{екв тер i}$ в розрахункових точках				Максимальні рівні шуму $LA_{макс тер i}$ в розрахункових точках			
		Нормативний гранично допустимий еквівалентний рівень звуку, день/ніч $LA_{екв доп}$, дБА	Еквівалентний рівень шуму на відстані 7,5 м від осі найближчої смуги руху, день/ніч $LA_{екв}$, дБА	Очікувані рівні шуму в РТ, на території житлової забудови, день/ніч $LA_{екв тер i}$, дБА	Перевищення нормативних рівнів шуму, день/ніч, дБА	Нормативний гранично допустимий максимальний рівень звуку, день/ніч $LA_{макс доп}$, дБА	Максимальний рівень шуму на відстані 7,5 м від осі найближчої смуги руху, день/ніч $LA_{макс}$, дБА	Очікувані рівні шуму в РТ, на території житлової забудови, день/ніч $LA_{макс тер i}$, дБА	Перевищення нормативних рівнів шуму, день/ніч, дБА
місто Кагарлик									
1	8,0	<u>55</u> 45	<u>68,5</u> 60,3	<u>65,4</u> 57,2	<u>0,4</u> 2,2	<u>70</u> 60	<u>85,0</u> 80,0	<u>81,9</u> 76,9	<u>1,4</u> 6,4
2	13,2	<u>55</u> 45	<u>68,5</u> 60,3	<u>59,2</u> 51,0	<u>немає*</u> <u>немає*</u>	<u>70</u> 60	<u>85,0</u> 80,0	<u>74,7</u> 69,7	<u>немає*</u> <u>немає*</u>
3	11,6	<u>55</u> 45	<u>68,5</u> 60,3	<u>63,9</u> 55,7	<u>немає*</u> 0,7	<u>70</u> 60	<u>85,0</u> 80,0	<u>80,4</u> 75,4	<u>0,4</u> 5,4
4	21,4	<u>55</u> 45	<u>68,5</u> 60,3	<u>57,5</u> 49,3	<u>немає*</u> <u>немає*</u>	<u>70</u> 60	<u>85,0</u> 80,0	<u>74,0</u> 69,0	<u>немає*</u> <u>немає*</u>
5	18,1	<u>55</u> 45	<u>68,5</u> 60,3	<u>58,4</u> 50,2	<u>немає*</u> <u>немає*</u>	<u>70</u> 60	<u>85,0</u> 80,0	<u>74,9</u> 69,9	<u>немає*</u> <u>немає*</u>
6	37,0	<u>55</u> 45	<u>68,5</u> 60,3	<u>53,0</u> 44,8	<u>немає</u> <u>немає</u>	<u>70</u> 60	<u>85,0</u> 80,0	<u>69,9</u> 64,5	<u>немає</u> <u>немає*</u>
село Липовець									
7	30,0	<u>55</u> 45	<u>68,5</u> 60,3	<u>51,1</u> 42,9	<u>немає</u> <u>немає</u>	<u>70</u> 60	<u>85,0</u> 80,0	<u>67,6</u> 62,6	<u>немає</u> <u>немає*</u>
Примітка:									
* – Згідно з Державних санітарних норм та правил №173 від 19.06.96 р допустимі рівні звуку, створювані засобами автомобільного транспорту на відстані 2 м від фасадів першої лінії житлових будинків, орієнтованих у бік вулиці прийняті на 10 дБА більшими від нормованих зазначень.									

Таким чином можна зробити висновки, що за отриманими результатами розрахунків на території найближчої житлової забудови м. Кагарлик і с. Липовець, Кагарлицького району, Київської області (розрахункові точки розташовувались на відстані 2 м від фасадів житлових будинків) очікувані еквівалентні рівні шуму становлять:

- 65,4 дБА (для денного часу);
- 57,2 дБА (для нічного часу).

Очікувані максимальні рівні шуму на території найближчої житлової забудови не перевищують:

- 81,9 дБА (для денного часу);
- 76,9 дБА (для нічного часу).

Згідно з Додатком 16 Державних санітарних норм та правил № 173 від 19.06.96 р. [23] еквівалентні та максимальні рівні звуку в дБА для шуму, що створюється засобами автомобільного, залізничного, авіаційного транспорту в 2 м від огорожуючих конструкцій першого ешелону житлових будинків, готелів, гуртожитків, повернутих у бік магістральних вулиць загальноміського значення, залізниць, а також джерел авіаційного шуму, допускається приймати на 10 дБА вище (поправка / \ n + 10 дБА), вказаних у позиціях 2 та 3.

Перевищення нормативного гранично допустимого еквівалентного рівня звуку, складає:

- для денного часу: (розрахункова точка № 1) – 0,4 дБА;
- для нічного часу: (розрахункова точка № 1) – 2,2 дБА.

Перевищення нормативного гранично допустимого максимального рівня звуку, складає:

- для денного часу: (розрахункова точка № 1) – 1,9 дБА;
- для нічного часу: (розрахункова точка № 1) – 6,9 дБА.

Розрахунками необхідної звукоізоляції приміщень житлової забудови, що потрапляє в зону перевищення нормативних значень шумового впливу (Додаток Б) визначено, що існуючі однокамерні склопакети в дерев'яному профілі не забезпечують санітарних вимог щодо рівнів шуму в середині

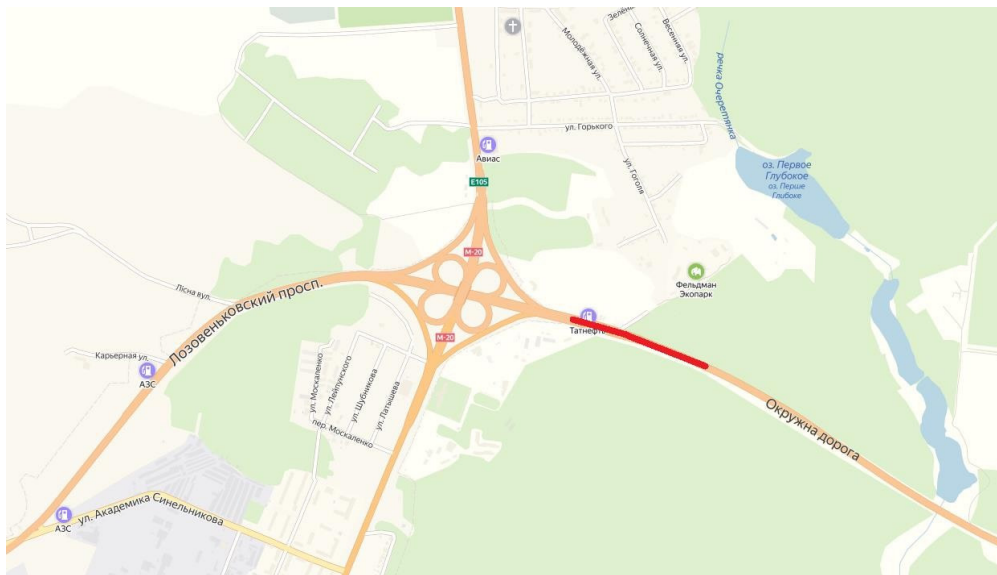
приміщень.

На ділянці автомобільної дороги, де розрахунками виявлені перевищення гранично допустимого максимального рівня звуку на території найближчої житлової забудови, можна запропонувати шумозахисні заходи, що дозволяють знизити рівень звукового тиску до допустимих значень.

В якості таких заходів доцільною буде заміна віконних блоків в дерев'яному профілі на двокамерні металопластикові (площа скління 208,48 м²) в житлових забудовах, які в радіусі 30 м безпосередньо прилягають до автомобільної дороги, на якій розташована досліджувана ділянка.

3.3 Фізико-географічні особливості району розміщення досліджуваної ділянки автомобільної дороги М-03 Київ – Харків – Довжанський

В адміністративному відношенні ділянка автомобільної дороги державного значення М-03 Київ – Харків – Довжанський на ділянці км 493+400 – км 493+900 розташована в межах с. Лісне, Дергачівського району Харківської області (рисунок 3.2).



— Ділянка автомобільної дороги М-03 км 493+400 – км 493+900

Рисунок 3.2 – Географічне положення досліджуваної ділянки

Харківська область – область у Слобідській Україні в межах Придніпровської низовини і Середньоруської височини. За природно-кліматичними умовами територію області можна розділити на дві зони:

лісостепову – це центральні, північні і західні райони і степову – південні і східні райони.

Область розташована на сході України. Вона межує з Луганською, Донецькою, Дніпропетровською, Полтавською, Сумською областями України та з Белгородською областю Росії.

Населення області становить 2 701 188 чоловік (станом на 1 січня 2017 р.). Площа району становить 31,4 тис. км².

У складі області налічується 25 районів, 9 районів у містах, 1755 населених пунктів.

Харківщина має вельми розгалужену транспортну мережу. У Харківській області добре розвинене залізничне сполучення, через область проходять важливі автомагістралі – Харків – Москва, Харків – Сімферополь, Харків – Ростовна-Дону, Харків – Полтава. Харківський аеропорт здійснює в основному пасажирські перевезення [30].

3.4 Оцінка рівнів шумового забруднення на досліджуваній ділянці автомобільної дороги на прикладі с Лісне, Харківської області

Інтенсивність руху на автомобільній дорозі М-03 на ділянці проведення поточного середнього ремонту на теперішній час складає 14140 авт./добу та перспективна інтенсивність руху автомобільного транспорту на розрахунковий перспективний 2040 рік, наведена у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 - Добова інтенсивність руху на 2020 та 2040 роки

Марка автомобілю	Вантажність, т	Кількість, 2020 р. авт/добу	Процент у потоці	Кількість, 2040 р. авт/добу	Квант.	Кпроб.	Спр.
ВАЗ-1118	0,00	10099	71,42	18239	1,00	1,00	0,000
БОГДАН А091	8,10	86	0,61	156	1,00	1,00	0,045
MERCEDES-BENZ Vario 500-	5,00	229	1,62	414	1,00	1,00	0,005
NEOPLAN N 123 Skyliner	26,00	73	0,52	133	1,00	1,00	1,429
IVECO Daily 35 S 12 V	3,50	1329	9,40	2401	1,00	1,00	0,001

Продовження таблиці 3.4

МАЗ 437040-022 (-062)	10,10	222	1,57	401	1,00	1,00	0,085
МАЗ 630300-2121	26,50	1052	7,44	1900	1,00	1,00	1,886
МАЗ 642208-020+ППЦ 35	48,60	942	6,66	1700	1,00	1,00	2,184
КАМАЗ 53212+СЗАП 83571	33,00	108	0,76	194	1,00	1,00	0,660
Всього		14140	100,00	25538			

Згідно листа Науково-дослідної установи «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем» (далі УКРНДІЕП) № 402/01-07 від 19.09.2019 були проведені заміри рівнів шумового навантаження поблизу ПО «РЛП» «Фельдман-Екопарк».

За результатами даних вимірів рівень звуку, який створюється потоком засобів автомобільного транспорту на відстані 7,5 м від осі найближчої смуги руху транспорту складає від 78 дБА до 80 дБА.

Розрахунки еквівалентних та максимальних рівнів шуму розраховувалися згідно формул 2,6 та 2,7 наведених у підрозділі 2.4, та проводилися для однієї розрахункової точки, яка знаходиться на відстані 13,62 м від осі найближчої смуги руху автомобільної дороги.

Вихідні дані та результати розрахунків очікуваних рівнів шуму в точці, на території наведені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 - Результати розрахунків очікуваних рівнів шуму в точках, на території найближчої житлової забудови.

№ РТ	Відстань від краю проїжджої частини автодороги до забудови, м	Еквівалентні рівні шуму $LA_{екв тер i}$ в розрахункових точках				Максимальні рівні шуму $LA_{макс тер i}$ в розрахункових точках			
		Нормативний гранично допустимий еквівалентний рівень звуку, день/ніч $LA_{екв доп}$, дБА	Вимірюваний еквівалентний рівень шуму, день/ніч $LA_{екв}$, дБА	Очікувані рівні шуму в РТ, на території житлової забудови, день/ніч $LA_{екв тер i}$, дБА	Перевищення нормативних рівнів шуму, день/ніч*, дБА	Нормативний гранично допустимий рівень звуку, день/ніч $LA_{макс доп}$, дБА	Вимірюваний максимальний рівень шуму, день/ніч $LA_{макс}$, дБА	Очікувані рівні шуму в РТ, на території житлової забудови, день/ніч $LA_{макс тер i}$, дБА	Перевищення нормативних рівнів шуму, день/ніч*, дБА
с. Лісне									
1	333,0	<u>55</u> 45	<u>78,0</u> 78,0	<u>22,0</u> 22,0	<u>немає</u> немає	<u>70</u> 60	<u>80,0</u> 80,0	<u>24,0</u> 24,0	<u>немає</u> немає
2	152,0	<u>60</u> 50	<u>78,0</u> 78,0	<u>29,0</u> 29,0	<u>немає</u> немає	<u>75</u> 65	<u>80,0</u> 80,0	<u>31,0</u> 31,0	<u>немає</u> немає
3	259,0	<u>60</u> 50	<u>78,0</u> 78,0	<u>24,4</u> 24,4	<u>немає</u> немає	<u>75</u> 65	<u>80,0</u> 80,0	<u>26,4</u> 26,4	<u>немає</u> немає
4	13,62	<u>25</u> 20	<u>78,0</u> 78,0	<u>59,8</u> 59,8	<u>34,8</u> 39,8	<u>50</u> 45	<u>80,0</u> 80,0	<u>61,8</u> 61,8	<u>11,8</u> 16,8
Примітка – Згідно з Державних санітарних норм та правил №173 від 19.06.96 р допустимі рівні звуку, створювані засобами автомобільного транспорту на відстані 2 м від фасадів першої лінії житлових будинків, орієнтованих у бік вулиці прийняті на 10 дБА більшими від нормованих зазначень.									

Відповідно до виконаних розрахунків були виявлені перевищення нормативного гранично допустимого еквівалентного рівня звуку:

- для денного часу, складає 34,8 дБА;
- для нічного часу, складає 39,8 дБА.

Перевищення нормативного гранично допустимого максимального рівня звуку:

- для денного часу, складає 11,8 дБА;
- для нічного часу, складає 16,8 дБА.

Таким чином, для території ПО «РЛП» «Фельдман-Екопарк», яка потрапляє в зону перевищення нормативного гранично допустимого рівня звуку необхідно розробити шумозахисні заходи для зменшення рівня шуму, для забезпечення санітарних вимог. Для зменшення рівня шуму на ділянці, де територія господарювання потрапляє в зону перевищення гранично допустимого рівня звуку (ГДРЗ) пропонується встановити шумозахисні екрани. Обсяг необхідних заходів щодо зменшення рівня звуку на досліджуваній ділянці наведений у Додатку В.

Результати розрахунків показали, що експлуатація ділянки автомобільної дороги не задовольняє санітарним і екологічним вимогам щодо еквівалентних і максимальних рівнів шуму на території досліджуваної ділянки. Таким чином пропонується в якості шумозахисних заходів провести вертикальне озеленення. Для озеленення даного об'єкту пропонується використовувати принцип вертикального озеленення на прикладі фіто модуля «Зелена стіна» № 2. Особливістю даного фітомодуля являється те, що троти розташовуються паралельно фасаду будівлі, а не під кутом. Такий принцип розташування тротів не заважатиме переміщенню людей вздовж проектного інституту. Також на даному фасаді знаходяться вікна, які повинні мати повноцінний доступ до сонячного освітлення. Таким чином троти пропонується розташовувати між віконними рамами, а також між поверхами будівлі, щоб шумозахисні рослини оплітали тільки ділянки фасаду та не перешкоджали світлу проникати до робочих кабінетів. Оскільки відстань від фасаду до ґрунту в основному

перевищує 1,0 м, то рослини пропонується висаджувати в контейнер, а троси рекомендується вмонтовувати до стін вертикально та горизонтально.

Земля в контейнерах взимку буде захищена від попадання солі, якою посипають дороги під час оледеніння. Для вертикального озеленення пропонується використовувати рослину, яка б добре заплітала натягнуті троси на фасаді, створюючи так званій зелений шумозахисний «щит» - виноград в'юнкий Енгельмана. Дана шумозахисна рослина є невибагливою до ґрунту, має морозостійке коріння, а також листя має високу покривоздатність, а отже і високу спроможність поглинати і відбивати звукові хвилі створювані потоком автотранспорту – основним джерелом акустичного забруднення міського середовища.

Фасадне озеленення рекомендується проводити трьох поверхів, як було зазначено в [24], рослини повинні висаджуватися в контейнери, які в зимову пору рекомендується вкривати. Рекомендована кількість – 2 рослини на один контейнер, для створення щільного озеленення. Проектний інститут має 9 поверхів, його загальна висота становить 31,5 м, тобто висота одного поверху приблизно складає 3,5 м. Довжина фасаду загалом складає 111 м.

Схематично зображено на рис. 3.4 загальний вигляд фасаду проектного інституту «Харківпроект» після впроваджувального вертикального озеленення.

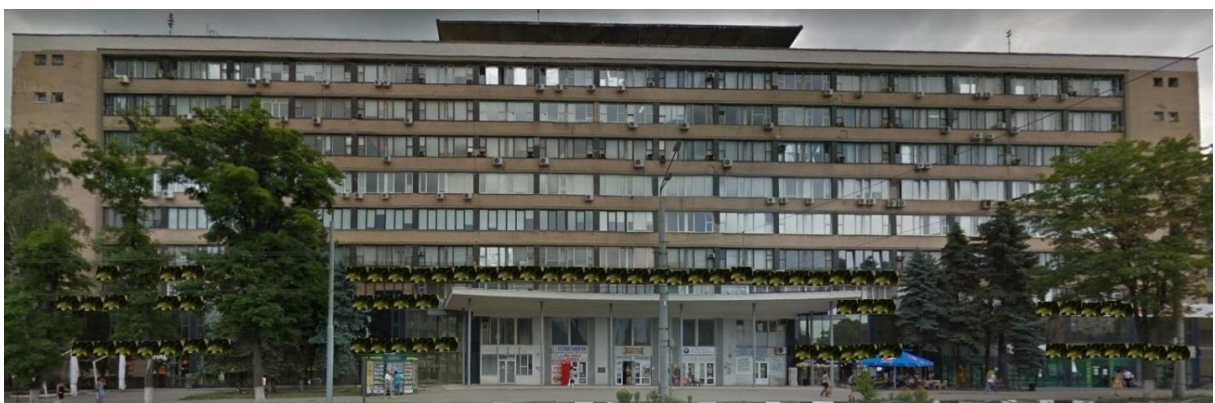


Рисунок 3.4 – Загальний вигляд будівлі після впровадження озеленення. Після озеленення фасаду проектного інституту «Харківпроект» розташованого поряд з досліджуваною ділянкою автомобільної дороги очікується поглинання листям близько 20% шумового навантаження.

Таким чином можемо зробити висновок, що в умовах щільної міської забудови ефективним методом зниження акустичного забруднення від автотранспорту може стати альтернативний вид озеленення – вертикальне озеленення фасадів будівель, яке до того ж сприятливо впливає на мікроклімат в приміщенні і це може суттєво зменшити витрати на охолодження приміщення.

Результати розрахунків щодо оцінки рівнів шумового забруднення на досліджуваних ділянках урбоєкосистем, показують недотримання гранично-допустимого рівня шуму на територіях житлових та громадських забудов, що безпосередньо прилягають до автомобільних доріг.

Результати оцінки рівнів шумового навантаження дозволили рекомендувати додаткові шумозахисні заходи, як традиційні, такі як, звукоізоляція шляхом заміни віконних блоків, влаштування шумозахисних екранів, так і альтернативні, а саме вертикальне озеленення фасадів будівель

РОЗДІЛ 4 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО МОЖЛИВИХ ШЛЯХІВ ЗНИЖЕННЯ РІВНІВ ШУМОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ, З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ УРБОЕКОСИСТЕМ

Для того, щоб забезпечити екологічну безпеку урбоєкосистеми при виявленні підвищених рівнів шумового навантаження акустичного простору, необхідно розробляти та впроваджувати пропозиції щодо оптимізації урбоєкосистем шляхом екологічного регулювання діяльності промислових об'єктів, впровадження екологічних технологій у транспортні засоби, що є головним джерелом шуму в урбоєкосистемах. Також визначено, що при недостатньому зниженні рівнів шумового навантаження слід застосовувати містобудівні та архітектурно-планувальні рішення відповідно до рекомендацій щодо зниження рівня шумового навантаження від лінійних джерел шуму на територіях житлових та громадських забудов [8].

До найбільш екологічного засобу оптимізації урбоєкосистем стосовно

зниження шумового навантаження є впровадження додаткового озеленення. Тобто поєднання зелених насаджень, які б могли поглинати та відбивати хвилі шумових звуків із ландшафтними та архітектурно-будівельними прийомами дозволило б не лише знизити шумове навантаження на урбоєкосистеми, але й покращити естетичну комфортність населених пунктів [8].

В даній роботі для зниження техногенного забруднення, спричиненого підвищеними рівнями шумового навантаження від лінійних джерел шуму на територіях житлових та громадських забудов пропонується впровадження локального озеленення із використанням дівочого винограду Енгельмана для вертикального озеленення фасадів житлових та громадських будівель.

ВИСНОВКИ

У роботі досліджено зниження шумового навантаження на довкілля, шляхом застосування методів захисту урбанізованої території в умовах житлової забудови великих міст, що зазнають впливу від лінійних джерел шуму.

Та одержано такі результати:

1. Досліджено на основі аналізу нормативної бази та літературних джерел, що на теперішній час у законодавчій базі України відсутні методичні засади щодо організації та проведення моніторингових досліджень рівнів шумового забруднення урбоєкосистем.

2. Обґрунтовано вибір методів та об'єктів досліджень та умов здійснення зниження шумового навантаження на акустичний простір. Досліджені традиційні методи захисту територій житлових та громадських забудов та методи зниження рівня шумового навантаження, та було обрано для детального розгляду такі методи, а саме зниження шуму методом звукопоглинання та звукоізоляції; зниження шуму методом шумозахисним екранування.

Проаналізувавши літературні дані стосовно забезпечення екологічної безпеки урбоєкосистем при шумовому навантаженні акустичного простору

було обрано фасадне (вертикальне, ампельне) озеленення, як альтернативний метод захисту територій житлових та громадських забудов.

3. Розрховано рівні шумового навантаження на територіях житлових та громадських забудов. При виявленні перевищення очікуваних рівнів шумового забруднення на досліджуваних територіях, запропоновано шумозахисні заходи, що дозволяють знизити рівень звукового тиску до допустимих значень.

В якості таких заходів доцільною буде заміна віконних блоків в дерев'яному профілі на двокамерні металопластикові в житлових забудовах, які в радіусі 30 м безпосередньо прилягають до автомобільної дороги, на якій розташована досліджувана ділянка. Для зменшення рівня шуму на ділянці, де територія господарювання потрапляє в зону перевищення гранично допустимого рівня звуку (ГДРЗ) пропонується встановити шумозахисні екрани. А також для зменшення рівня шуму на ділянці, що розташована в умовах щільної міської забудови ефективним методом зниження акустичного забруднення від автотранспорту може стати альтернативний вид озеленення – вертикальне озеленення фасадів будівель, яке до того ж сприятливо впливає на мікроклімат в приміщенні і це може суттєво зменшити витрати на охолодження приміщення.

4. Оцінено можливість екологічного ризику від шумового навантаження на територіях житлових забудов з метою формування баз даних для прийняття управлінських рішень в сфері захисту від шуму. Щоб могло забезпечити зосередження уваги на важливих екологічних аспектах; передання банкам даних розрахованої доступної інформації для можливості виявлення дискомфортних зон, а також в подальшому для прийняття науково-обґрунтованих рішень з метою зниження шумового навантаження акустичного простору.

Надано рекомендації щодо можливих шляхів зниження рівнів шумового забруднення, з метою підвищення екологічної безпеки урбоєкосистем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення: Закон України від 24.02.1994 № 4004-XII. Дата оновлення: 06.09.2018. URL: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/T400400.html (08.09.2019).

2. Про затвердження Державних санітарних норм допустимих рівнів шуму в приміщеннях житлових та громадських будинків і на території житлової забудови : Наказ МОЗ від 22.02.2019 № 463 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0281-19#Text> (дата звернення 25.03.2019).

3. Про внесення змін до Закону України «Про охорону атмосферного повітря»: Закон України від 21.06.2001 № 2556-III. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2556-14#Text> (08.09.2019).

4. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку [Чинний від 01.12.1999] Вид. офіц. МОЗ України, 1999, 34 с.

5. Положення про державну систему моніторингу довкілля: постанова Кабінету Міністрів України від 30.03.1998 р. № 391. Дата оновлення: 01.01.2019. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/391-98-%D0%BF>

6. Про затвердження ліцензійних умов провадження господарської діяльності з захоронення побутових відходів: постанова Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг від 04.01.2017 № 467. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0683874-17#Text>.

7. [18] Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України від 25.06.1991 р. № 1264-XII. Дата оновлення: 04.06.2017. URL: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/1264-12>.

8. Решетченко А.І. Підвищення екологічної безпеки урбосистем при техногенному навантаженні від шумового забруднення: дис. канд. техн. наук: 21.06.01 / М-во освіти і науки України, Сумський держ. ун-т. Харків, 2020. с. 30-33.

9. ДСТУ ISO 14004:2016 Системи екологічного управління. Загальні настанови щодо запровадження (ISO 14004:2016, IDT) [На заміну ДСТУ ISO 14004:2006; чинний від 2016-12-13]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2017.

URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=71632.

10. ДСТУ ISO 14001:2015 Системи екологічного управління. Вимоги та настанови щодо застосовування (ISO 14001:2015, IDT). [На заміну ДСТУ ISO 14001:2006; чинний від 2015-12-21]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016.

URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=64015.

11. Про встановлення рамок діяльності Співтовариства в галузі водної політики : Директива 2000/60/ЄС Європейського Парламенту і Ради від 23 жовтня 2000 року. Дата оновлення 11.03.2008. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_962#Text .

12. Конвенція про транскордонне забруднення повітря на великі відстані 1979 року: Рішення Ради 81/462/ЄЕС від 11 червня 1981 року.

13. Щодо всеохоплюючого запобігання і контролю забруднень: Директива Ради 96/61/ЄС від 24 вересня 1996 року. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_497#Text.

14. Щодо оцінки та контролю навколишньої атмосфери: Директива Ради 96/62/ЄС від 27 вересня 1996 року Дата оновлення 21.05.2008. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_498#Text.

15. Щодо всеохоплюючого запобігання і контролю забруднень: Директива Ради 96/61/ЄС від 24 вересня 1996 року. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_497#Text.

16. Стосовно оцінки та управління процесами, пов'язаними з шумом OBL 189 : Директива 2002/49/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 25 червня 2002. 12 с.

17. Щодо встановлення правил та процедур у зв'язку з введенням в дію шумових обмежень в аеропортах Співтовариства OВ L 085 : Директива 2002/30/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 26 березня 2002 року. 40 с.

18. Про наближення законодавства держав-членів щодо шумових викидів у довкілля обладнанням, що застосовується ззовні приміщення OJ L 162 : Директива 2000/14/ЄЕС Європейського Парламенту та Ради від 8 травня 2000 року. 1 с.

19. The Green Paper on Future Noise Policy (COM(96)540)/ Brussels, 04.11.1996.

20. The European Environment Agency: "Noise in Europe 2014". EEA Report No 10/2014. 2014. Publications Office of the European Union, Luxembourg., The European Environment Agency: "Evaluating 15 years of transport and environmental policy integration - TERM 2015: Transport indicators tracking progress towards environmental targets in Europe", EEA Report No 7/2015, 2015, Publications Office of the European Union, Luxembourg.

21. ДБН В.1.1-31:2013. Захист територій будинків і споруд від шуму. [На заміну СНиП II-12-77; чинний від 01.06.2014] Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2014, 54 с.

22. ДБН 360-92** «Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень», зі змінами, внесеними від 18 липня 2001 року №145.

23. ДСП 173-96 «Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Зі змінами».

24. Нормы и правила проектирования объектов нетрадиционных видов озеленения на территории города Москвы (Электронный ресурс) – Режим доступа до ресурсу: URL: <http://docplayer.ru/27916783-Normy-i-pravilaproektirovaniya-obektov-netradicionnyh-vidov-ozeleneniya-na-territorii-gorodamoskvy.html>. – Загол. з екрану.

25. Борьба с шумом на производстве: справочник / под ред. Е.Я. Юдина. — М.: Машиностроение, 1985. — 400 с.

26. Джигирей В.С. Основи екології та охорона навколишнього середовища : навч. посіб. / В.С. Джигирей. — 5-те вид., виправл. і допов. — К. : Т-во "Знання", КОО, 2007. — 422 с.

27. Джигирей В.С. Основи екології та охорона навколишнього природного середовища / В.С. Джигирей, В.М. Сторожук, Р.А. Яцюк. — Л.: Афіша, 2000. — 272 с.

28. Заборов В.И. Защита от шума и вибрации в черной металлургии / В.И. Заборов и др. — М.: Металлургия, 1976. — 246 с.

29. ДСТУ-Н Б В.1.1-33:2013 Настанова з розрахунку та проектування

захисту від шуму сельбищних територій: наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 10.07.2013 р. № 306, чинний з 2014-01-01.

30. Навчально-методичний комплекс «Географія Харківської області» (Електронний ресурс) – Режим доступу до ресурсу: URL: http://soc-econom-region.univer.kharkov.ua/wp-content/uploads/2017/07/Сегіда-К_-Ю_-Редін-В_-І_-Чабань-М_-Т_-Географія-Харківської-області-.pdf

Розрахунок необхідної звукоізоляції приміщень житлової забудови, що потрапляє в зону перевищення нормативних значень шумового впливу

Вихідні дані для розрахунку необхідної звукоізоляції приміщень житлової забудови, приведені в таблиці Б 1.

Таблиця Б 1 – Вихідні дані для розрахунку необхідної звукоізоляції приміщень житлової забудови

№ РТ	Адреса	Конструкція та етажність	Тип вікон	Звукоізоляція, дБА, не менше	Кількість вікон, од.	Площа скління, м ²
1	Вул. Столична, 4	Панельна, трьохповерхова	Пластикові, однокамерні	25 ¹	24	46,80
			Дерев'яні, однокамерні	15 ²	2	6,60
2	Вул. Незалежності, 11	Цегляна, двоповерхова	Пластикові, однокамерні.	25 ¹	12	23,40
3	Вул. Незалежності, 17	Цегляна, одноповерхова	Дерев'яні, однокамерні	15 ²	8	8,80
4	Вул. Горького, 109	Цегляна, одноповерхова	Пластикові, однокамерні	25 ¹	2	3,90
5	Вул. Миронівська, 1	Цегляна, одноповерхова	Пластикові, однокамерні	25 ¹	3	5,85
6	Вул. Миронівська, 43	Цегляна, двоповерхова	Дерев'яні, двокамерні	15 ²	4	7,8
			Пластикові, двокамерні	25 ¹	4	7,8
7	Вул. Леніна, 1	Цегляна, одноповерхова	Дерев'яні, однокамерні	15 ²	2	3,9
Згідно з ДСТУ Б В.2.6-23.2009. Довідкові дані						

Розрахунки необхідної звукоізоляції приміщень житлової забудови $R_{нхА тран}^{нх}$ що потрапляє в зону перевищення нормативних значень шумового впливу, проведені за формулою:

$$R_{нхА тран}^{нх} = L_{А тер i} - L_{А прим. доп} - R_{А тран рез} - 3$$

де: $L_{А тер i}$ – відповідний рівень звуку ($L_{А екв тер i}$ та $L_{А макс тер i}$) в РТ на відстані 2 м від огорожувальної конструкції приміщення житлової забудови в дБА, визначений за формулами 2,6 та 2,7 відповідно до підрозділу 2.4;

$L_{А прим. доп}$ – допустимий рівень звуку в приміщенні житлової забудови в дБА, згідно з розділом 6 ДБН В.1.1-31:2013 [29];

$R_{А тран рез}$ – величина результуючої звукоізоляції для зовнішніх стін з

вікнами в дБА, визначена згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-34:2013, додаток В, за номограмою (див. рисунок Б 1); при площі вікон – 20 % від загальної площі зовнішньої огорожі.

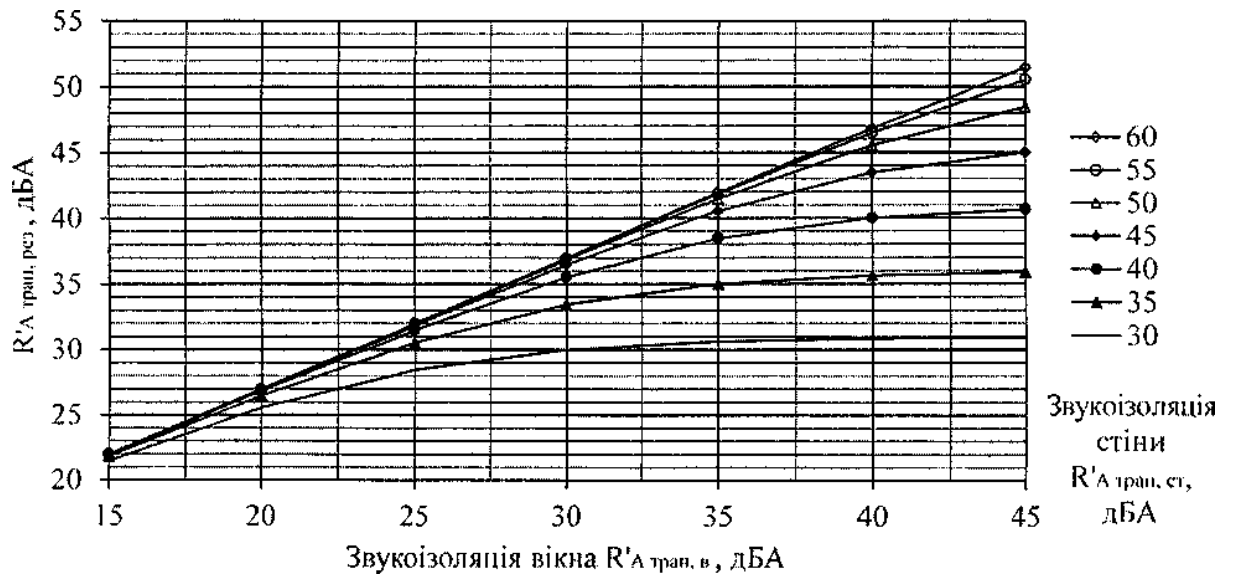


Рисунок Б 1 – номограма з визначення результуючої звукоізоляції

зовнішніх огорожувальних конструкцій з вікнами

Вихідні дані та результати розрахунку необхідної звукоізоляції приміщень житлової забудови, приведені в таблиці Б 2.

Таблиця Б 2 – Вихідні дані та результати розрахунку необхідної звукоізоляції приміщень житлової забудови.

№ РТ	Відповідний рівень звуку в РТ на відстані 2 м від огорожувальної конструкції приміщення житлової забудови, день/ніч, дБА		Допустимий рівень звуку в приміщенні житлової забудови, день/ніч, <i>LA прим. доп</i> дБА	Тип вікон	Величина звукоізоляції вікна <i>R'A тран в</i> , дБА	Величина звукоізоляції стіни <i>R'A тран ст</i> , дБА	Величина результуючої звукоізоляції для зовнішніх стін з вікнами, <i>RA тран рез</i> , дБА	Необхідна звукоізоляція приміщень житлової забудови, день/ніч, <i>R^{нх} A тран</i> , дБА
	<i>LA екв тер</i>	<i>LA макс тер і</i>						
1	65,4/57,2	–	40/30	Однокамерні, пласт.	25	45	31	непотр. / непотр.
	65,4/57,2	–	40/30	Однокамерні, дерев.	15	45	21	0,4 / 2,2
	–	81,9/76,9	55/45	Однокамерні, пласт.	25	45	31	непотр. / непотр.
	–	81,9/76,9	55/45	Однокамерні, дерев.	15	45	21	1,9 / 6,9
2	59,2/51,0	-	40/30	Однокамерні, пласт	25	45	31	непотр. / непотр.
	-	74,7/69,7	55/45	Однокамерні, пласт.	25	45	31	непотр. / непотр.
3	63,9/55,7	-	40/30	Однокамерні, дерев.	15	45	21	непотр. / 0,7
	-	80,4/75,4	55/45	Однокамерні, дерев.	15	45	21	0,4/5,4
4	57,5/49,3	-	40/30	Однокамерні, пласт.	25	45	31	непотр. / непотр.
	-	74,0/69,0	55/45	Однокамерні, пласт.	25	45	31	непотр. / непотр.
5	58,4/50,2	-	40/30	Однокамерні, пласт.	25	45	31	непотр. / непотр.
	-	74,9/69,9	55/45	Однокамерні, пласт.	25	45	31	непотр. / непотр.
6	53,0/44,8	-	40/30	Двокамерні, пласт.	25	45	31	непотр. / непотр.
	53,0/44,8	-	40/30	Двокамерні, дерев.	15	45	21	непотр. / непотр.
	-	69,5/64,5	55/45	Двокамерні, пласт.	25	45	31	непотр. / непотр.
	-	69,5/64,5	55/45	Двокамерні, дерев.	15	45	21	непотр. / непотр.
7	51,1/44,9	-	40/30	Однокамерні, дерев.	15	45	21	непотр. / непотр.
	-	67,6/62,6	55/45	Однокамерні, дерев.	15	45	21	непотр. / непотр.

Згідно проведеним розрахункам додаткова звукоізоляція приміщень житлової забудови потрібна для будинків котрі знаходяться ближче 30 м від краю проїжджої частини та мають дерев'яні вікна.

Проаналізувавши вище приведені розрахунки та місце розташування житлової забудови були сформовані відомості будинків та кількість вікон що підлягають заміні. Відомість будинків з дерев'яними вікнами що потребують заміні приведені в таблиці Б 3.

Таблиця Б 3 - Відомість будинків з дерев'яними вікнами що потребують заміні

Адреса	Розмір вікна, м	Кількість дерев'яних вікон, шт.	Площа скління, м ²
вул.. Столична, 3	2,2x1,5	1	3,3
	1,3x1,5	11	21,45
	Двері балконні 0,5x2,0	2	2,0
вул.. Столична, 4	2,2x1,5	2	6,6
вул.. Незалежності, 16	1,1x1,4	5	7,7
	1,8x1,4	3	7,56
	Двері балконні 0,5x2,0	2	2,0
вул.. Незалежності, 28	1,1x1,80	3	5,94
	1,1x1,4	1	1,54
вул.. Незалежності, 30	1,1x1,4	9	13,86
	1,4x1,5	1	2,1
вул.. Незалежності, 32	2,16x1,3	1	2,81
вул.. Незалежності, 17	1,0x1,1	8	8,8
вул.. Миронівська, 1	1,1x1,4	4	6,16
	2,1x1,4	1	2,94
вул.. Миронівська, 10	1,1x1,4	7	10,78
вул.. Миронівська, 12	1,1x1,4	7	10,78
вул.. Миронівська, 14	1,1x1,4	7	10,78
вул.. Миронівська, 15	1,1x1,4	7	10,78
вул.. Миронівська, 17	1,1x1,4	7	10,78
вул.. Миронівська, 21	1,1x1,4	6	9,24
вул.. Миронівська, 22	1,1x1,4	6	9,24
вул.. Миронівська, 25	1,1x1,4	6	9,24
вул.. Миронівська, 26	1,1x1,4	4	6,16
вул.. Миронівська, 27	1,1x1,4	6	9,24
вул.. Миронівська, 28	1,1x1,4	5	7,7
вул. Чапаєва 74	1,0x1,0	9	9,0
Усього:		131	208,48

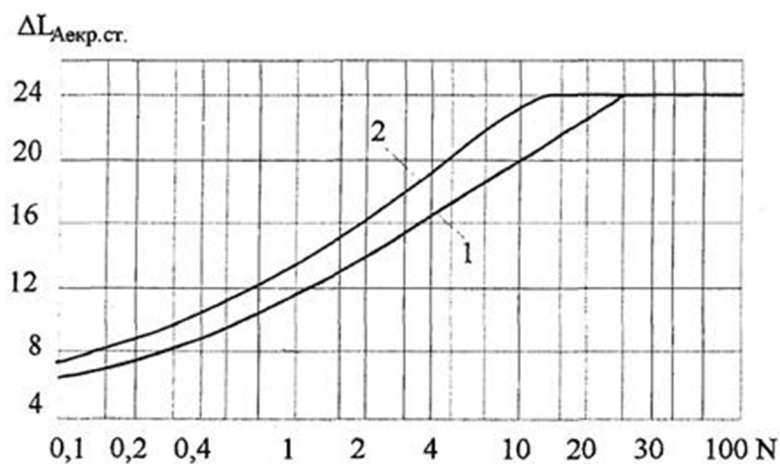
Таким чином загальна кількість вікон в житлових будинках що потребують заміні складе 131 шт. Загальна площа скління для будинків що потрапили в зону підвищеного шумового впливу складає 208,48 м².

Після проведення шумозахисного скління рівні звуку будуть задовольняти санітарні і екологічні вимоги щодо еквівалентних і максимальних рівнів шуму як для денного, так і для нічного часу.

Додаток В Розрахунок необхідних заходів, щодо зменшення рівня шуму

Для зменшення рівня шумового навантаження на ділянках, де територія господарювання потрапляє в зону перевищення гранично допустимого рівня звуку (ГДРЗ) пропонується встановлення шумозахисного екрану.

Розрахунок необхідної висоти шумозахисного екрану виконано відповідно ДСТУ-Н Б В.1.1-33:2013 [29], з урахуванням числа Френеля N , за рисунком В 1.



1- транспортні потоки; 2- окремі транспортні засоби і локальні джерела шуму

Рисунок В 1 - Графік для визначення зниження рівня звуку екраном - стінкою

$$N \frac{2\delta}{\lambda}$$

де: δ – різниця довжин шляхів звукового променя, м; λ – розрахункова довжина звукової хвилі, яка приймається для автомобілів рівною 0,84 м;

Різниця довжин шляхів звукового променя δ , м, відповідно до

розрахункової схеми рисунок Б.2, визначена за формулою:

$$\delta = a + b - c, (B.2)$$

де: a – найкоротша відстань між умовним акустичним центром джерела шуму та верхнім ребром екрана, м; при цьому, умовний акустичний центр потоку засобів автомобільного транспорту розташований на осі руху, найдальшої від РТ, на висоті 1 м від рівня поверхні проїзної частини дороги;

b – найкоротша відстань між РТ та верхнім ребром екрана;

c – найкоротша відстань між умовним акустичним центром джерела шуму та розрахунковою точкою.

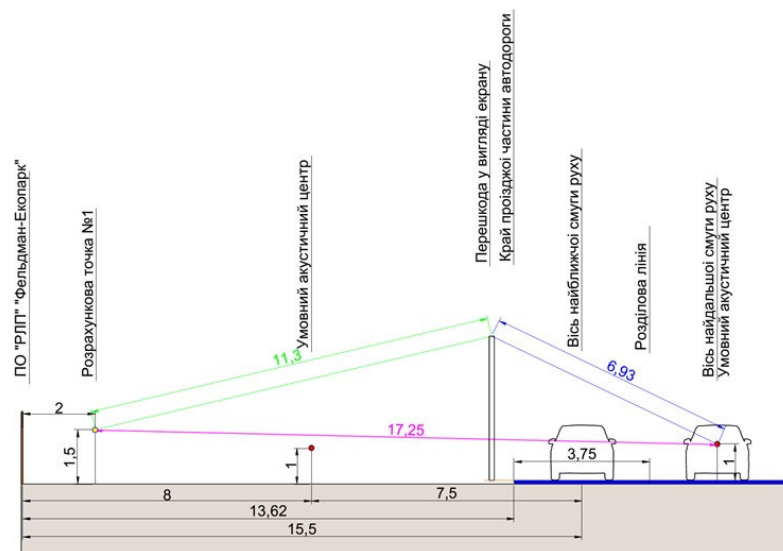


Рисунок В 2 – Розрахункова схема для РТ № 1

Відповідно до виконаних розрахунків, рекомендовано влаштувати шумозахисні екрани висотою 4 м (від рівня поверхні проїзної частини), який дозволить знизити рівень шуму на 15 дБА на території ПО «РЛП» «Фельдман-Екопарк». Загальна довжина шумозахисного екрану складає 250 м.

Вихідні дані та результати розрахунків очікуваних рівнів шуму в точці, на території парку після встановлення шумозахисних екранів наведені в таблиці В 1.

Таблиця В 1 – Результати розрахунків очікуваних рівнів шуму в точці, на території ПО «РЛП» «Фельдман-Екопарк» після встановлення шумозахисних екранів

№ РТ	Відстань від краю проїжджої частини автодороги до РТ, м	Еквівалентні рівні шуму $LA_{екв тер i}$ в розрахункових точках				Максимальні рівні шуму $LA_{макс тер i}$ в розрахункових точках			
		Нормативний гранично допустимий еквівалентний рівень звуку, день/ніч $LA_{екв доп}$, дБА	Вимірюваний еквівалентний рівень шуму, день/ніч $LA_{екв}$, дБА	Очікувані рівні шуму в РТ, на території господарювання, день/ніч $LA_{екв тер i}$, дБА	Перевищення нормативних рівнів шуму, день/ніч*, дБА	Нормативний гранично допустимий рівень звуку, день/ніч $LA_{макс доп}$, дБА	Вимірюваний максимальний рівень шуму, день/ніч $LA_{макс}$, дБА	Очікувані рівні шуму в РТ, на території господарювання, день/ніч $LA_{макс тер i}$, дБА	Перевищення нормативних рівнів шуму, день/ніч*, дБА
с. Лісне									
1	13,62	< 25 < 20	<u>78,0</u> 78,0	<u>44,8</u> 44,8	<u>19,8</u> 24,8	<u>50</u> 45	<u>80,0</u> 80,0	<u>46,8</u> 46,8	<u>немає</u> 1,8

За результатами розрахунків після влаштування шумозахисного екрану еквівалентні рівні шуму не перевищують: 44,8 дБА (для денного часу); 44,8 дБА (для нічного часу).

Очікувані максимальні рівні шуму не перевищують: 46,8 дБА (для денного часу); 46,8 дБА (для нічного часу).

Перевищення нормативного гранично допустимого еквівалентного рівня звуку: для денного часу, складає 19,8 дБА; для нічного часу, складає 24,8 дБА.

Перевищення нормативного гранично допустимого максимального рівня звуку: для нічного часу, складає 1,8 дБА.

Для території господарювання, яка потрапляє в зону перевищення ГДРЗ, проектними рішеннями передбачаються шумозахисні заходи, що дозволяють знизити рівень звукового тиску.

В якості таких заходів передбачається влаштування шумозахисного екрану висотою 4 м вздовж території ПО «РЛП» «Фельдман-Екопарк».

Для повного забезпечення захисту від шуму тварин утримуваних на території контактного зоопарку необхідно провести додаткові заходи, такі як відселення найбільш чутливих тварин і птахів, які потребують пріоритетного нормативного захисту від акустичних впливів, від головного джерела забруднення в глибину екопарку.

Для мешканців найближчих житлових забудов рівнів звукового навантаження задовольняють санітарним вимогам як для нічного так і для денного часу.

Додаток Г Розрахунок необхідної кількості матеріалів для влаштування фасадного озеленення будівлі

Проектний інститут має 9 поверхів, його загальна висота становить 31,5 м, тобто висота одного поверху приблизно складає 3,5 м. Довжина фасаду загалом складає 111 м.

Для того, щоб провести озеленення знадобиться 3 троти з загальною довжиною 111 м (по периметру всього фасаду між поверхами, розміщені

горизонтально), 18 тросів по 10,5 м (від низу фасаду і до третього поверху по вертикалі). В табл. Г. 1 наведені дані кількості сталюого тросу, необхідного для озеленення фасаду.

Таблиця Г. 1 – Розрахунки необхідної загальної довжини тросу

Назва матеріалу	Кількість, од.	Довжина однієї одиниці, м	Довжина загальна, м
Трос 1	6	111	666,0
Трос 2	18	10,5	189,0
Всього			855,0

Загальна довжина сталюого тросу , необхідного для кріплення на фасаді складає 855,0 м, тобто приблизно 860 м.

Основних елементів кріплення тросів до фасаду необхідно на один трос 2 одиниці, а також така ж кількість талрепів. Тобто $24 \cdot 2 = 48$ штук загалом. На один елемент кріплення до фасаду потрібно 3 анкери з шурупами.

Контейнерів необхідно 12 штук по шість по обидва боки від центрального входу. Розмір 72x72x56 см, матеріал – масив дерева (брус, сосна), товщина стінки 4 см, ціна за 1 одиницю 2100 грн. Таким чином контейнер має місткість 240л. Необхідна кількість ґрунту на один обраний контейнер (ящик) складає 194 л, необхідна кількість дренажу – 23 л (10 см), 23 л ємкості залишаються для поливу.

На один контейнер слід використовувати приблизно 3 м повітряно-бульбашкової плівки висотою 1,5 м для кращого захисту контейнера і приземної частини рослини, і таку ж кількість мішковини, та також спеціальну тепличну нитку , щоб надійно закріпити даний матеріал на контейнері.

1 Розрахунок капітальних витрат

Капітальні витрати на впровадження запропонованого рішення (балансова вартість) розраховуються за формулою:

$$K = C_{уст} + Z_m, \text{ грн.}, \quad (\text{Г.1})$$

де, $C_{уст}$ – ціна запропонованої системи вертикального озеленення фасадів, тис. грн.; Z_m – витрати на монтаж, тис. грн.

В табл. Г. 2 - Г. 3 представлені розрахунки капітальних затрат та затрат на монтаж.

Таблиця Г. 2 – Витрати на матеріал для встановлення вертикального озеленення фасадів

Найменування матеріалу	Ціна за одну одиницю, грн	Одиниці вимірювання	Кількість	Сума затрат
Трос сталевий нержавіючий	45,00	м	855	38 475,00
Талреп закритий (шпилька + шпилька)	12,00	шт.	102	1 224,00
Контейнер (ящик) для квітів, дерев	2100,00	шт.	12	25 200,00

Продовження до табл. Г. 2

Дівочий виноград Енгельмана	35,00	шт.	24	840,00
Ґрунт універсальний, упаковка 10 л	28,00	уп.	233	6 524,00
Дренаж, упаковка 1 л	12,00	уп.	276	3 312,00
Елемент кріплення тросу до фасаду	195,20	шт.	102	19 910,40
Анкер + шуруп (комплект)	17,50	шт.	306	5 355,00
Загальна сума, грн.	100 840,40			
Матеріали разового користування	6 048,00			
Всього, грн.	106 888,40			

Таблиця Г. 3 – Витрати на монтаж

Опис робіт	На висоті	Кількість анкерів	Оплата за монтаж 1 анкеру, грн	Всього, грн
Натягнення тросу, монтаж кріпильних елементів за допомогою анкерів	До 1,3 м	48	50	2 400,00
	Від 1,3 м до 5 м	116	70	8 120,00
	Вище 5 м	142	100	14 200,00
Ціна за оплату монтажу загалом, грн	24 720,00			

Капітальні витрати на впровадження системи вертикального озеленення фасадів будівлі:

$$K = 106\,888,40 + 24\,720,00 = 131\,608,40 \text{ грн.}$$

2. Розрахунок експлуатаційних витрат

Експлуатаційні витрати включають в себе витрати на полив рослин, витрати на матеріал для захисту рослин від промерзання, амортизаційні відрахування. Вертикальне озеленення фасадів не потребує залучення додаткового персоналу, тому догляд за рослинами слід додати до обов'язків персоналу проектного інституту. Таким чином заробітну плату співробітникам, що обслуговують обладнання та нарахування на заробітну плату не потрібно розраховувати.

1) Витрати води, добрив, укритого матеріалу необхідних для обслуговування контейнерів з рослинами:

$$Z_{в.м.} = Z_{в.} + Z_{д.} + Z_{м.}, \text{ грн./рік}, \quad (\text{Г.2})$$

де, $Z_{в.}$ – витрати на оплату додаткової затрати води, грн./рік; $Z_{р}$ – витрати на добрива для рослин, грн. / рік; $Z_{м}$ – витрати на утеплюючий матеріал для зимівлі рослин.

$$Z_{в.м.} = 652,80 + 45 + 3\,618 = 4\,315,80 \text{ грн./рік}$$

Амортизаційні відрахування на обладнання визначаються за формулою:

$$Z_a = K \cdot A_p, \text{ грн./рік}, \quad (\text{Г.3})$$

де, A_p – річні амортизаційні відрахування, $A_p = 8,33\%$ - інші основні засоби.

$$Z_a = 131\,608,40 \cdot 8,33 = 1\,096\,297,95 \text{ грн./рік}$$

Таким чином, загальна сума експлуатаційних витрат на утримання обраного устаткування розраховується за формулою:

$$Z_{експл.} = Z_{в.м.} + Z_a, \text{ грн./рік}, \dots\dots\dots(\text{Г.4})$$

$$Z_{експл.} = 4\,315,80 + 1\,096\,297,95 = 1\,100\,613,75$$

В табл. Г. 4 наведені експлуатаційні витрати необхідного матеріалу
Таблиця Г.4 – Витрати на експлуатаційні матеріали вертикального озеленення фасадів

Найменування матеріалу	Ціна за одну одиницю, грн	Одиниці вимірювання	Кількість	Сума затрат
Повітряно-бульбашкова плівка	12,50	шт.	36	450,00
Мішковина джутова, 1м	38,50	м	36	1386,00

Продовження таблиці Г. 4

Теплична нитка	16,00	м	108	1782,00
Азотно-фосфорно-калійне добриво, в упаковці 1 кг	45,00	уп.	1	45,00
Вода для поливу 12 контейнерів протягом року	15,00	м ³	43,52	652,80
Всього, грн	4 315,80			