НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ФАКУЛЬТЕТ ЕЛЕКТРОНІКИ
КАФЕДРА АКУСТИКИ ТА АКУСТОЕЛЕКТРОНІКИ

«На правах рукопису»
УДК 534.612

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ _____
(підпис) (ініціали, прізвище)
“___”_____20__р.

Магістерська дисертація

зі спеціальності (спеціалізації) 171 Електроніка

на тему: «Акустичний проект зниження шуму створюваного відкритим майданчиком клубу «Park Residence» в м.Одесі»

Виконав: студент ____ курсу, групи ДГ-71мп

Сидоренко Всеволод Олександрович _____
(прізвище, ім’я, по батькові) (підпис)

Керівник доцент, к.т.н., доц. Заєць В.П. _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант _____ _____
(назва розділу) (посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент _____ _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що в цій дипломній роботі немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.
Студент _____
(підпис)

Київ – 2018 року

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені І. Сікорського»

Факультет електроніки

Кафедра акустики та акустоелектроніки

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність (спеціалізація) 171 Електроніка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ _____

(підпис) (ініціали, прізвище)

«__»_____20__ р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Сидоренку Всеволоду Олександровичу

(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема дисертації: «Акустичний проект зниження шуму створюваного відкритим майданчиком клубу «Park Residence» в м.Одесі»
   керівник дисертації к.т.н. доц. Заєць В.П. ,
   (науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)
   затверджена наказом по університету від «07» 11 2018р. №4114с
2. Строк подання студентом дисертації: 07.12.2018.
3. Об’єкт дослідження: шум створюваний відкритим майданчиком клубу «Park Residence» в м.Одесі на житлових територіях прилеглих до резиденції.

4. Предмет дослідження: зниження рівнів шуму створюваного джерелом на території резиденції в Одесі, шляхом встановлення шумозахисних екранів навколо відкритого майданчику.
5. Перелік завдань, які потрібно розробити: дослідження негативного впливу шуму людський організм,особливо у нічний час доби, шляхом огляду літературних джерел; проведення патентного пошуку вже існуючих моделей шумозахисних екранів; вимірювання шумової характеристики в декількох вимірювальних точках на житлових територіях та фасадах будинків, що знаходяться найближче до джерела шуму; розрахунок шумової характеристики джерела шуму; розрахунок шумового забруднення на житловій території; обрання розташування та геометричних розмірів шумозахисних екранів; картування прогнозованих розрахункових рівнів шуму при застосуванні шумозахисних екранів; обрання матеріалів шумозахисних екранів та розрахунок їх звукоізоляції.
6. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: презентація.
7. Перелік публікацій:
    1. Сидоренко В. О, Заєць В.П., Сперкач А. Я. Зниження шуму створюваного відкритим майданчиком клубу «Park Residence» в м. Одеса / В.О. Сидоренко, В.П. Заєць, А. Я. Сперкач // Міжнародна наукова конференція "Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення" (випуск 33)" (м. Тернопіль, 13 листопада 2018 р.). – Частина 2. – Тернопіль. – 2018. – С. 119-121.
    2. Сперкач А. Я., Заєць В.П., Сидоренко В.О. Зниження шуму транспортних потоків шумовими екранами на трасі Київ – Харків в с. Красногорівка / А. Я. Сперкач, В.П. Заєць, В.О. Сидоренко // Міжнародна наукова конференція "Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення" (випуск 33)" (м. Тернопіль, 13 листопада 2018 р.). – Частина 2. – Тернопіль. – 2018. – С. 122-123.

8. Дата видачі завдання: 01.09.2017.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Ознайомлення зі специфікою теми	1.09.2017 – 1.02.2018	
2.	Огляд літератури	2.02.2018 – 30.06.2018	
3.	Пошуки інформації щодо існуючих шумозахисних екранів	1.07.2018 – 24.08.2018	
4.	Проведення експерименту	25.08.2018 – 30.08.2018	
5.	Обробка експериментальних даних та розрахунок звукоізоляції	1.09.2018 – 30.09.2018	
6.	Оформлення пояснювальної записки	1.10.2018 – 03.12.2018	
7.	Підготовка презентації	7.12.2018 – 16.12.2018	

Студент _____ В.О. Сидоренко

(підпис) (ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації _____ В.П. Заєць

(підпис) (ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ

Робота містить 93 сторінки, 36 рисунків, 36 таблиць та два додатки. Було використано 19 джерел.

З кожним роком, внаслідок урбанізації та розвитку розважальної діяльності суспільства, все гостріше постає питання захисту житлових приміщень та людського здоров'я від небезпечної дії шумів.

Шумозахисні екрани у наш час є найбільш ефективним засобом зниження шумів не тільки транспортного потоку, а і для захисту житлових територій.

В умовах сформованості міської забудови можна застосовувати шумозахисні екрани як найбільш ефективний будівельно-акустичний засіб зниження шуму.

Мета роботи – зниження рівнів шуму на жилих територіях від джерела, що знаходиться на відкритому майданчику клубу «Park Residence» у місті Одесі, за допомогою встановлення шумозахисного екрану.

Задачі дослідження:

1. Дослідження негативного впливу небажаних шумів від джерела на людський організм, особливо у нічний час доби, шляхом огляду літературних джерел.
2. Проведення патентного пошуку вже існуючих моделей шумозахисних екранів.
3. Вимірювання шумової характеристики в декількох вимірювальних точках у квартирах житлових будинків та фасадах.
4. Розрахунок шумового забруднення на житловій території.
5. Розташування та вибір геометричних розмірів шумозахисних екранів.
6. Картування прогнозованих розрахункових рівнів шуму при застосуванні шумозахисних екранів.
7. Обрання матеріалів, особливостей побудови, конструкцій шумозахисних екранів та розрахунок їх звукоізоляції.

Об’єкт дослідження – шум створюваний джерелом, що знаходиться на відкритому майданчику клубу «Park Residence» в Одесі.

Предмет дослідження - зниження рівнів шуму на жилих територіях від джерела, що знаходиться на відкритому майданчику клубу «Park Residence» у місті Одесі, шляхом встановлення шумозахисного екрану.

При написанні роботи використовувались наступні методи дослідження: аналітичний метод що базується на відомих розв’язках рівняння Гельмгольца; Використовувались відомі методи та розрахунки звукоізоляції. Отримані данні нормувалися відповідно чинним державним документам ДБН та ГБН; для побудови карт шуму використовувалися методи математичного моделювання в середовищі Matlab;

Наукова новизна полягає у застосуванні шумозахисних екранів як локального захисту житлових територій, а також у розвитку теорії зниження шуму шумозахисними екранами з кінцевою звукоізоляцією.

Дана робота виконувалася на замовлення власника закладу «Park Residence».

Результати дослідження, що включено до дисертації оприлюднено на міжнародній науковій конференції "Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення (випуск 33)" та опубліковано в збірнику цієї ж конференції у вигляді тезисної публікації: "Зниження шуму створюваного відкритим майданчиком клубу «Park Residence» в м. Одеса."

Ключові слова: шумове забруднення, звукоізоляція, шумозахисні екрани, акустика, захист житлових територій від шуму

ABSTRACT

The degree work contains 93 pages, 36 drawings, 36 tables and two applications. 19 sources of material have been used.

Every year, as a result of urbanization and the development of society’s entertainment activities, the issue of protecting apartments and human health from the dangerous effects of noise is becoming ever more acute.

Currently, the acoustical shields are the most effective means of reducing noise, not only from traffic as highway sound barrier, but also to protect a residential areas as a noise-defense screens.

In the urban environments, noise screens can be used as the most effective acoustic method for reducing a noise.

The purpose of the degree work is to reduce noise levels in the residential areas from the source, located on the open back-yard of the Park Residence Club in Odesa, by installing a noise-protecting screen.

Research tasks:

1. Exploration of the adverse effects of unwanted noise from the source on the human body, especially at a night time, by surveying a sources of literature.
2. Patent search of existing models of acoustical shields (screens).
3. Measurement of noise qualities at several measuring points in the apartment buildings and a front elevations.
4. Calculation of noise pollution in the residential area.
5. Selection of emplacement and size dimension of acoustical shields (screens).
6. Mapping the predicted estimated noise levels in the application of noise protection screens.
7. Selection of materials, structural features and designs of noise protection screens, calculation of their sound insulation.

The object of the exploration is the noise, generated by the source, with located on the open space of the Park Residence club in Odessa.

The subject of the exploration is the reduction of noise levels in residential areas from the source, with located on the open space of the Park Residence Club in Odesa, by installing a noise-protecting screen.

There following research methods were used in a degree work: analytical method, based on known solutions of the Helmholtz equation; Well-known methods

and calculations of sound insulation were used with the use of DSTU N.V.; The obtained data were normalized in accordance with the current state documents of the D.B.N. and G.B.N.; The methods of mathematical modeling in the Matlab environment were used for construct of noise maps;

Scientific novelty consists in the use of noise protection screens as a local protection of residential areas, as well as in the development of the theory of noise reduction noise by screens with ultimate sound insulation.

This degree work was carried out at the request of the owner of the public place "Park Residence" in Odessa.

The research results included in the degree work were published at the international scientific conference "Information Society: Technological, Economic and Technical Aspects of Formation" (Issue 33) and published in the collection of the same conference in the form of publication of the thesis: "Reducing the noise created by the open space “Park Residences" in the city of Odessa.

Key words: noise pollution, sound insulation, acoustical shields (noise protection screens), acoustics, protection of residential areas from noise

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ 11

ВСТУП..... 12

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ 14

1.1 Аспекти акустичної екології 14

1.2 Загальні відомості та види шумозахисних екранів..... 24

1.3 Висновок до 1 розділу..... 33

РОЗДІЛ 2. АКУСТИЧНИЙ ПРОЕКТ ШУМОЗАХИСНОГО ЕКРАНУ 34

2.1 Завдання проекту..... 34

2.2. Ситуаційний опис прилеглої території в м. Одеса та задачі 35

виконаної роботи. 35

2.3 Результати акустичних вимірювань 36

2.4 Розрахунок очікуваних рівнів звуку (звукових полів) на прилеглій житловій території..... 39

2.5 Рекомендації щодо конструктивних рішень шумозахисних екранів та їх улаштування..... 47

2.6 Висновок до 2 розділу..... 50

РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТИВНІ ПАРАМЕТРИ ШУМОЗАХИСНОГО ЕКРАНУ51

3.1 Розрахунок звукоізоляції огороджувальних конструкцій 51

3.2 Висновок до 3 розділу..... 67

РОЗДІЛ 4. РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП ПРОЕКТУ 68

4.1. Опис ідеї проекту 68

4.2. Технологічний аудит ідеї проекту..... 70

4.3. Аналіз ринкових можливостей запуску старпат-проекту..... 71

4.4. Розроблення ринкової стратегії проекту 76

4.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту..... 77

4.6. Висновок до 4 розділу..... 79

ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК..... 81

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ 83

ДОДАТОК А 84

ДОДАТОК Б 90

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

1. Шум – нестійкі або випадкові акустичні коливання, що характеризуються випадковою зміною амплітуди і частоти.

2. Ізоляція повітряного шуму - величина, що характеризує зниження рівня повітряного шуму при його проходженні через огородження і являє собою десять десяткових логарифмів відношення звукової потужності шуму, що падає на огороджувальну конструкцію, до звукової потужності шуму, що пройшов крізь цю конструкцію.

3. Карта шуму – карта території з джерелами шуму з нанесеними лініями однакових рівнів звуку на місцевості в дБА з певним інтервалом.

4. ШЕ –скор. Шумозахисний екран

5. ЦСП – скор. Цементно-стружкові плити

6. ПВХ – скор. Полівінілхлорид

ВСТУП

За останні роки наряду з усіма проблемами екології, все більше уваги у світі приділяється захисту від різного роду шумів, які як відомо також негативно впливають на здоров'я людини.

Кожен день ми стикаємось з різного роду звуками, які нас оточують. На жаль не всі звуки є природного походження та бажаними для людини. Майже усі вироби та промисловість, що створена людиною штучно випромінює шум, до якого майже всі вже звикли, проте не кожен знає негативну сторону дії таких небажаних шумів.

Шум або акусти́чний шум — коливання частинок навколишнього середовища, що сприймається органами слуху людини як небажані сигнали. З точки зору акустики: шум — нестійкі або випадкові акустичні коливання, що характеризуються випадковою зміною амплітуди і частоти.[1]

Шум негативно впливає на різні системи організму: серцево-судинну, нервову, порушує сон, увагу, збільшує роздратованість, депресію, неспокій, подразнення, може впливати на дихання і травну систему; Ушкодження слухової функції з тимчасовою або постійною втратою слуху; порушення здатності передавати та сприймати звуки мовного спілкування; відволікання уваги від звичайних занять; зміни фізіологічних реакцій людини на стресові сигнали; вплив на психічне і соматичне здоров'я; дію на трудову діяльність і продуктивність праці. [2]

Найкращим методом захисту є віддалення джерела шуму від зони, що захищається від шуму. Наприклад, створення об'їзних шляхів навколо населених пунктів, для зниження шумів транспортного походження, або, для захисту житлових територій від шумів різного походження, необхідно раціонально використовувати території, та дотримуватися відповідних відстаней та стандартів.

Досить діючою є методика використання різних засобів зменшення шуму на шляху його розповсюдження, зелені насадження, різного роду будівлі, виїмки, насипи, шумозахисні екрани. Саме шумозахисні екрани є найбільш

ефективним засобом зниження шумів не тільки транспортного потоку, а і для захисту житлових територій. Вони знайшли своє широке застосування в країнах Америки, Європи та Азії. А тепер активно впроваджуються і в Україні.

За своєю конструкцією, шумозахисні екрани виконують у вигляді відносно тонких суцільних стінок, що знижують рівні шуму на території яка знаходиться за ними. Дослідження впливу різних конструктивних параметрів екрану та взаємного розташування джерела звуку екрану та зони, що захищається від шуму почалося з 50-их років минулого століття й продовжується до наших днів.

Як відомо, шум розповсюджується по однаковим законам від джерела звуку. У даній роботі постає актуальне питання щодо розробки акустичного проекту шумозахисного екрану для зниження шуму створюваного відкритим майданчиком клубу «Park Residence» за адресою: м. Одеса, Французький бульвар 58/1

Впровадження шумозахисних екранів в Україні лише на початковому етапі, проте активно розвивається, тому постає питання якісної оцінки ефективності та доцільності такого проекту шумозахисного екрану, в залежності від його конструктивних параметрів, висоти, якості встановлення, та правильного розрахунку параметрів.

Цей проект є досить важливим для жителів будинків на прилеглих територіях клубу, які потрапляють під негативний вплив шуму, особливо в нічний час доби. Тому, розробка методів захисту, може не тільки вирішити локальну проблему жителів Одеси, а і дати значний поштовх для розвитку таких проектів по всій Україні в цілому.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Аспекти акустичної екології

Кожного року питанням екології в світі приділяється все більше уваги. Серед них одним із найбільш проблемним є питання зниження шуму на місцях постійного перебування людей, оскільки за ступенем негативного пливу на здоров'я людини надмірні рівні шуму стоять поруч із забрудненням води та атмосфери [3, 4]. Тому вирішенням питання зниження шуму відводиться досить значна увага.

Під терміном "шум" розуміють будь-який неприємний або небажаний звук або сукупність звуків, що заважають сприйняттю корисних сигналів, що порушують тишу, зумовлюють шкідливий або дратівливий вплив на організм людини, знижують працездатність.

Шум - це голосний звук, що викликає неприємне почуття та негативно впливає на фізичний та психологічний стан людини, змінюючи при цьому його поведінку; потенційно патогенний збудник, здатний створювати рефлекторну дугу, що приймає участь у формуванні загальної адаптації до постійно діючого стресу.

Звук як фізичне явище являє собою механічні коливання пружного середовища в діапазоні змішаних частот. Як фізіологічне явище звук- це відчуття, що спиймається органом слуху при впиві на його звукових хвиль.[5]

Очевидно, що найбільшими джерелами надмірного шуму є промислові підприємства, будівельні майданчики та транспортні потоки.

Проте, з розвитком розважальної діяльності людини, та появою різного роду розваг, в останній час з'явилася потреба у захисті територій від надмірних шумів локального характеру.

Такими джерелами зазвичай можуть стати дискотеки, клуби, розважальні комплекси, ресторани з відкритими терассами, спортивні майданчики та навіть стадіони. У таких випадках, основним джерелом надмірного шуму стають гучна музика, пісні, галас людей та їх надмірні емоції. В загальному випадку,

всі ці звуки, не будуть помітними для людини в стандартних ситуаціях протягом робочого дня, проте, це стає проблемою саме у нічний час доби.

Це можна підтвердити, опираючись на санітарні норми та протоколи ДБН [6], у яких, завжди, допустимі рівні шуму вночі, значно менше за допустимі рівні шуму вдень. Наприклад, згідно таблиці 1, можна побачити, що для житлових будинків, допустимий рівень звуків вночі, становить на 8-10 дБ менше за той же, допустимий показник, вдень.

Таблиця 1.1. Допустимі рівні шуму для жилих приміщень

Призначення приміщення	Час доби	Рівні звукового тиску $L_{\text{доп}}$, дБ (еквівалентні рівні звукового тиску $L_{\text{екв доп}}$, дБ) в октавних смугах з середньогеометричними частотами, Гц								Рівень звуку $L_{A\,\text{доп}}$ (еквівалентний рівень звуку $L_{A\ \text{екв доп}}$), дБА	Максимальний рівень звуку $L_{A\ \text{макс доп}}$, дБА
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
Житлові приміщення квартир	День	63	52	45	39	35	32	30	28	40	55
	Ніч	55	44	35	29	25	22	20	18	30	45
2. Території, які безпосередньо прилягають до житлових будинків	День	75	66	59	54	50	47	45	43	55	70
	Ніч	67	57	49	44	40	37	35	33	45	60

У даний час вчені багатьох країн світу ведуть різноманітні дослідження з метою з’ясування впливу шуму на здоров’я людини. Дослідження показали, що шум завдає суттєвої шкоди здоров’ю людини, не виключенням є дія шуму під час сну.

Органи чуття людини сприймають звуки навколо, навіть коли людина спить. Потім це може викликати порушення балансу гормонів в організмі, що у

свою чергу примушує працювати з напругою багато органів людини, а це може вплинути на втому, єнергійність, самопочуття та життєвий цикл огранізму.

Звуки, на які людина не звертає уваги коли не спить, вночі можуть потривожити сон. При цьому, не важливо, прокидаєтеся вона від цього чи ні - мозок сприймає різного роду шум і реагує на нього відповідним чином, в результаті чого цикли сну також зазнають змін.

Потенційні джерела звуків, що порушують сон:

- гучна музика та спів
- побутові прилади;
- телевізори;
- домашні тварини;
- співмешканці;
- гроза;
- дорожній рух;
- вуличний шум.

Дослідження, опубліковане в журналі «Шум і здоров`я» ( «Noise and Health»)[7], свідчить про наявність зв`язку між шумом навколишнього середовища під час сну і серцево-судинними захворюваннями- також передбачається, що навіть низькорівневі шуми, втручаючись в здоровий сон, можуть стати причиною проблем зі здоров`ям.

Згідно даних Всесвітньої Організації Охорони Здоров’я, можна побачити вплив рівня шуму на сон згідно таблиці 2.

Таблиця 2. Вплив рівня шуму на сон людини

Рівень шуму в дБ	Приклади звуків	Вплив на сон
30 дБ	Нормальне дихання, шепіт, цокання годинника, тиха сільська місцевість	Незначний вплив на сон більшості людей або його відсутність

30-40 дБ	Шепіт в тиші кімнати, спів птахів, незначний шум в офісах	Можливе пробудження, рухи тіла, порушення сну. Найбільш чутливі до таких звуків діти і люди похилого віку
40-55 дБ	Дощ, холодильник, кондиціонер, малі побутові прилади	Спостерігається вплив на здоров’я більшості людей, порушення сну, не висипання, втома
55 і більше дБ	Розмови в повний голос, фонова музика, спів, побутові пристрої і більш гучні звуки	Вважається небезпечним рівнем шуму для здоров’я людини: збільшує дратівливість, призводить до значних порушень сну, втома, можливий ризик серцево-судинних захворювань

При цьому:

- інтенсивність і серйозність впливу звуків на сон індивідуальна;
- на здатність переносити звуки впливають мозкові ритми;
- як правило, від звуків люди прокидаються в другій фазі сну;
- діти і люди похилого віку найбільш схильні до впливу звуків на сон;

Кожна людина сприймає шум по-різному. Багато чого залежить від віку, темпераменту, стану здоров’я, оточуючих умов. Деякі люди втрачають слух навіть після короткого впливу шуму порівняно збільшеної інтенсивності.

Постійна дія сильного шуму може не лише негативно вплинути на слух, але й викликати інші шкідливі наслідки – дзвін у вухах, запаморочення, головний біль, підвищення втоми, зниження працездатності.

Шум має акумулятивныий ефект, тобто акустичні подразнення, накопичуючись в організмі людини, все сильніше пригнічують нервову систему. Тому перед втратою слуху від впливу шумів виникає функціональний розлад центральної нервової системи. Особливо шкідливий вплив шуму позначається на нервово-психічній діяльності людини.

Шуми викликають функціональні розлади серцево-судинної системи; шкідливо впливають на зоровий і вестибулярний аналізатори; знижують рефлекторну діяльність, що часто стає причиною нещасних випадків і травм [8].

Шкідливий та небезпечний вплив шуму на організм людини встановлено тепер з повною визначеністю. Ступінь такого впливу переважно залежить від рівня та характеру шуму, форми та тривалості впливу, а також індивідуальних особливостей людини. Численні дослідження підтвердили той факт, що шум належить до загальнофізіологічних подразників, які за певних обставин можуть впливати на більшість органів та систем організму людини.

Так, за даними медиків дія шуму може спричинити нервові, серцево-судинні захворювання, виразкову хворобу, порушення обмінних процесів та функціонування органів слуху тощо. Із загальної кількості захворювань, які перераховані вище, останнім часом значно зросла частка тих, які спричинені саме шумовим впливом. У зв'язку з цим, слід звернути увагу на той факт, що протягом багатовікової еволюції людина так і не набула здатності адаптуватись до дії шуму, як і не було створено природного захисту для високочутливого та досконалого органу слуху людини від дії інтенсивного шуму.

Відомо декілька методів зниження шуму від джерела на житлових територіях та всередині будинків:

- Зменшення шуму безпосередньо від джерела;

- Розміщення джерела подалі від зони, що захищається від шуму;
- Ізоляція внутрішніми огороджувальними конструкціями;
- створення штучних або використання природних ландшафтних утворень (виїмки, ґрунтові насипи тощо);
- розташування між джерелом шуму та територією, що захищається від шуму, зони зелених насаджень;
- розташування між джерелом шуму та територією, що потребує захисту, шумозахисних екранів.

.

Використання того чи іншого засобу захисту від шуму має свої переваги та недоліки. Розглянемо їх більш детально.

- Зменшення шуму безпосередньо від джерела, у всіх випадках, може стати повним усуненням даних проблем, проте, ця дія стає неможливою з фінансового та організаційно-цільового призначення споруд. Наприклад, дискотеки, клуби та ресторани, за своїм призначенням, є розважальними побудовами, тому навіть не зважаючи на порушення морально-етичних норм, у бік жителів прилеглих будинків, ці організації навряд чи припинять свою діяльність.

Регулювання таких порушень у нашій країні лише розвивається, і є недостатнім для обмеження таких дій на даний час. Це призводить до збільшення рівнів шуму, а вирішення проблеми шумового забруднення набуває ще більш вагомого значення.

- Розташування джерела шуму подалі від зони, що потребує захисту, є найефективнішим та найбільш екологічним заходом, проте найбільш недосяжним. Ефективність такого заходу зниження шуму має наступний вигляд [9]:

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

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

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

Однак, цей засіб має суттєвий недолік: його можливо застосовувати лише на стадії проектування та зоні майбутнього будівництва, а це, в першу чергу, пов'язано з великими затратами в економічному плані. А з розвитком розважальної діяльності людини, підвищенням населення міст та значним дефіцитом територій, на стадії планування і будування раціональне розміщення всіх споруд майже неможливе.

Однак, є низка рекомендацій та вимог, для усунення локальних проблем, проте,всі ці вимоги не дотримуються у наш час, що і стає черговою проблемою у наших містах.

Згідно [6] саме планування та забудову житлових поселень треба здійснювати з дотриманням вимог щодо забезпечення нормативного шумового режиму в приміщеннях житлових та громадських будинків.

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

Покращенню стану акустичного режиму у населених пунктах сприяють такі містобудівні та планувальні заходи:

а) функціональне зонування території з відокремленням санітарно-захисними зонами житлової забудови від промислових, транспортних та розважальних установ та комунікацій.

б) використання шумозахисних властивостей рельєфу місцевості при проектуванні гучних установ та комунікацій.

в) формування загальноміської та загальнорайонної системи зелених насаджень.

г) шумозахисне зонування територій та будівель

- Ізоляція внутрішніми огороджувальними конструкціями всередині будинку та встановлення внутрішніх звукопоглинальних конструкцій також може вирішити проблему локального характеру. Наприклад:

- установка додаткових або багатошарових конструкцій, панелей,
- використання матеріалів з підвищеною звукоізоляцією
- встановлення міжповерхових перекриттів
- встановлення внутрішніх огороджувальних конструкцій
- підвищення звукоізоляції вікон

Елементи огороджувальних конструкцій слід проектувати із матеріалів щільної структури без наскрізних пор. Огорожі, виконані із матеріалів з наскрізною пористістю, повинні мати зовнішні шари із щільного матеріалу.

Внутрішні стіни і перегородки із цегли, керамічних, шлакобетонних блоків тощо необхідно проектувати з заповненням горизонтальних і вертикальних швів на всю товщину і обштукатуренням з обох боків.

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

Нормативна ізоляція повітряного шуму міжповерховими перекриттями у житлових і громадських будинках у багатьох випадках забезпечується самою несучою плитою перекриття при достатній її поверхневій густині.

Підвищення звукоізоляції вікон досягається збільшенням товщини скла, збільшенням ширини повітряного проміжку між шарами скла, забезпеченням герметичності притулу стулок, закріпленням скла (склопакета) в рамах на пружних прокладках, застосуванням триплексу та, у деякій мірі, заповненням склопакета важкими інертними газами.

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

Проте, всі ці заходи, щодо збільшення ізоляції внутрішніми огороджувальними конструкціями виконується, в більшості випадках, для джерел шуму, що розташовані всередині будинку. Наприклад, магазинів, спортзалів, секцій, офісах, складських приміщень.

Для захисту від джерел шуму, що знаходяться ззовні, раціональними є лише декілька пунктів, тому для забудовника дотримання всіх цих рекомендацій є невигідним з економічної точки зору, та з боку витрачених ресурсів. Тому таке рішення проблем майже не застосовується.

- Штучні та природні ґрунтові вали та розташування джерел шуму в ярах, скосах, низинах також призводять до зменшення рівнів шуму, однак їх улаштування теж потребує відповідного рельєфу та значної території, що неможливо досягти на всіх ділянках міста, та забезпечити потрібний захист всіх житлових територій.

- Як додатковий засіб захисту житлових будинків від шуму різних джерел застосовують також зони зелених насаджень. Такими зонами вважаються щільні смуги, що сформовані із вічнозелених порід дерев і чагарників, а також парки, сади або сквери зі значними територіями та великою густиною росту дерев.

Проте на практиці, навіть дуже щільні засадження можуть знизити рівні шуму не більше ніж 5-7 дБ, проте, при цьому такий метод захисту є дуже складним у впровадженні, потребує дуже багато часу та є діючим лише у теплу пору року.

Тому метод захисту зеленими насадженнями доцільно використовувати лише в комплексі з іншими, або для захисту власних, невеликих будиночків сільського типу. Для захисту великих житлових будинків, включаючи багатоповерхівки, цей метод є майже безнадійним.

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

Вартість створення шумозахисних екранів порівняно з вище наведеними заходами також є трохи нижчою. Саме ці переваги й визначають їх широке впровадження в країнах світу.

Для встановлення шумозахисних екранів також існують певні рекомендації та вимоги:

- Шумозахисні екрани повинні встановлюватись на самостійні фундаменти, бути механічно міцними і розрахованими на вітрові, снігові та сейсмічні навантаження.
- Матеріали для виготовлення елементів конструкції шумозахисних екранів повинні бути довговічними, ударотривкими, стійкими до атмосферних впливів, вогнестійкими, стійкими до механічних засобів очищення.
- Конструкції елементів шумозахисних екранів повинні забезпечувати щільне їх прилягання один до одного для створення акустично непрозорого екрана. Для цього, між елементами екрана слід застосовувати ущільнювані прокладки із довговічних пружних матеріалів, здатних витримувати навантаження без утворення щілин. Нижні елементи екрана повинні встановлюватися щільно до фундаменту. Будь які зазори або нещільності в конструкції не допускаються.
- Шумозахисні екрани слід встановлювати на мінімально допустимій відстані від джерела шуму з урахуванням вимог безпеки та експлуатації приміщення або будови.

- Звукопоглинальні матеріали, які застосовують в конструкціях екранів, повинні мати стабільні фізико-механічні і акустичні характеристики протягом усього строку експлуатації, бути біо- і вологостійкими, не виділяти у навколишнє середовище шкідливих речовин.
- Як звукопоглинальний матеріал конструкції екрану слід застосовувати спеціальні пористо-волокнисті звукопоглинальні вироби, або цільні металеві конструкції.

В умовах сформованості міської забудови можна застосовувати шумозахисні екрани як найбільш ефективний будівельно-акустичний засіб зниження шуму. У деяких локальних випадках шумозахисні екрани є єдиним будівельно-акустичним засобом із шумозахисту, застосування якого, значно скорочує зону шумового забруднення.

1.2 Загальні відомості та види шумозахисних екранів

Шумозахисний екран у більшості видів являє собою суцільну стінку, виконану із матеріалів або конструкцій, який, в першу чергу забезпечує значне зниження звукової енергії, яка проникає крізь та навколо нього. Таким чином, основною характеристикою екрана має бути високий рівень звукоізоляції.

За конструктивними рішеннями частіше за все товщина лежить в межах від 2 см для екранів виготовлених, із листових матеріалів (плексиглас, полікарбонат,), до 15 см для конструкцій екранів із цегли, сандвіч-панелей та природних матеріалів. Застосування екранів більших товщин є не вигідним із економічної точки зору.

Якщо розглядати низько та середньочастотний діапазони (63 Гц – 1000 Гц), а саме в цьому діапазоні частот зосереджена звукова енергія шуму від музично-басового джерела, то товщина екрана є значно менша від довжини хвилі і тому екран можна вважати тонким.

Шумозахисні екрани знижують рівень шуму за рахунок зміни довжини хвилі,поглинання дифракції та відбиття.

Дифракція, або огинання звуковими хвилями перешкоди, може відбуватися і по верху екрану, і навколо нього. Через природу звукових хвиль дифракція не змінює всі частоти рівномірно. Високі частоти (коротші хвилі) дифрагують в меншій мірі; в той час як більш низькі частоти (більш довгі хвилі) дифрагують глибше в «тіньову» зону позаду екрану. Тому екран більш ефективний для зменшення хвиль звуку з високою частотою в порівнянні з хвилями звуку з більш низькими частотами (рис.1.1).

Важливий аспект дифракції - різниця довжини між траєкторією від джерела через вершину екрану до приймача і прямого шляху від джерела до приймача за відсутності між ними перешкод.[10]

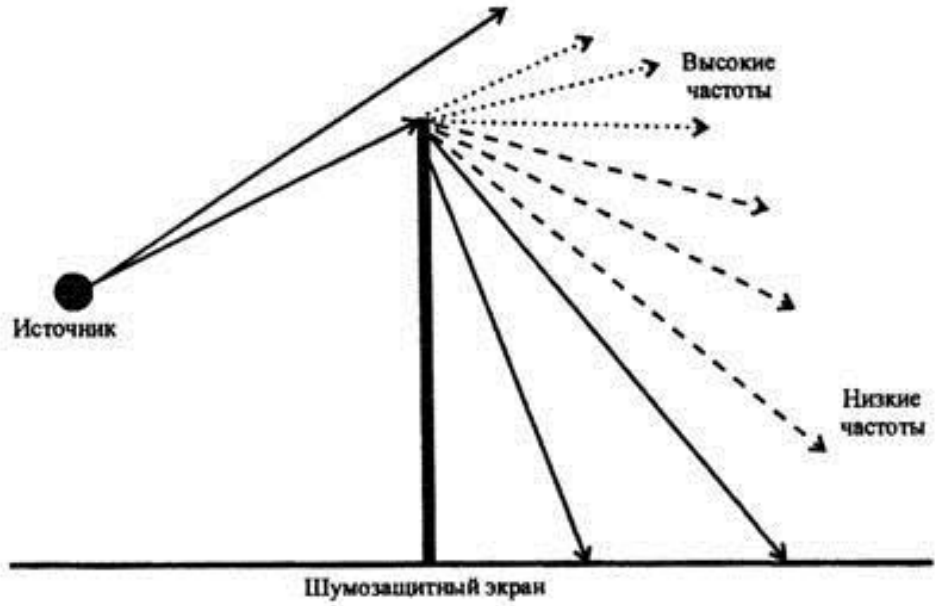


Рис.1.1 – Розподіл частоти випроміненої хвилі при проходженні крізь шумозахисний екран

Екрани можуть бути звуковідбивальними, звукопоглинальними, та комбінованими [11]. Зупинимося на перших двох основних типах.

Звуковідбивальними, вважаються такі екрани,які виготовлені з матеріалів такі як метал, плексиглас, цегла, , полікарбонат, різні види бетону та ін... Для всіх цих матеріалів коефіцієнт звукопоглинання досить малий та не перевищує 0,1 в низькочастотному та середньочастотному діапазонах. А акустичний імпеданс цих матеріалів в свою чергу значно перевищує імпеданс середовища,в середньому на 3-4 порядки, і тому за модель звуковідбивального екрану можна

приймати акустично жорстку поверхню. На таких поверхнях коливальна швидкість дорівнює нулю.

Звукополглинальним екраном назвемо такі екрани, коефіцієнт звукопоглинання у яких хоча б в середньочастотному діапазоні відповідає 1 класу [12], тобто є більшим за 0,8. В основному у ролі таких екранів виступають конструкції у вигляді багатошарових панелей в яких «передня» (та, що повернута в бік джерела звуку) сторона виготовлена з перфорованого листа, а заповнення виконано мінеральною ватою. Акустичний імпеданс таких конструкцій максимально наближений до імпедансу повітря. Однією з основних властивостей такого екрану є майже повна відсутність відбитого звукового поля від його поверхні.

Шумозахисні екрани можуть будуватися як вертикальними, так і з нахилом (рис. 1.2), а також мати різні форми за видом профілю поперечного перерізу.

Рис.1.2. – Шумозахисний екран з нахилом

Найпростіший та найрозповсюдженіший шумозахисний екран являє собою вертикальну суцільну стінку, яка встановлена вздовж територій, що мають захищаютися від шуму (див. рис. 1.3). За своїми конструкціями такі екрани поділяються на:

- звуковідбивальні, звукопоглинальні та комбіновані;
- світлопрозорі та непрозорі;
- без спеціальної верхньої кромки та з нею.

Рис. 0.3 - Шумозахисний екран-стінка

Другий аспект, при відповідних параметрах екранів, не несе ніякого впливу акустичну ефективність екрану, а лише покращує привабливість та зовнішній вигляд з точки зору естетики, однак від першого та третього аспекту суттєво залежить акустичне поле, що розсіюється на екрані відповідного типу.

Світлопрозорі екрани виготовляються із прозорих композитних матеріалів(пластмас) та загартованого скла.(рис.1.4) Їх використовують для покращення огляду водіям та пішоходам,який необхідний для безпечного руху транспорту та пересування пішоходів біля дороги.

Такі екрани в основному створюються на магістралях, що проходять вздовж мальовничих місцевостей.

Рис. 1.4. – Світлопрозорий шумозахисний екран

Звуковідбивальні екрани будують з жорстких матеріалів таких як бетон, цегляні матеріали, сандвіч-панелеі, також з різних листових матеріалів (метали, деревина тощо), що мають стійкі властивості до дії атмосфери.

Звукопоглинальні екрани зводять здебільшого також із сандвіч-панелей, що мають перфоровану передню сторону та звукопоглинальний матеріал у вигляді мінеральної вати у внутрішньому шарі. Звукопоглинальний шар повинен мати досить високий коефіцієнт звукопоглинання в широкому діапазоні частот, що призводить до значного поглинання звуку самим екраном. Такі типи екранів встановлюються для зменшення відбитого від екрана звуку тоді, коли екрани встановлюються з обох сторін від джереза шуму, або коли на протилежній від екрану стороні знаходиться територія, яка захищається від шуму або також має нормовані рівні звукового тиску.[6]

Останнім часом з'явилось багато припущень в яких ідеться про збільшення ефективності екрану за рахунок створення верхньої кромки спеціального вигляду (Рис.1.5).

Збільшення ефективності екрану за рахунок цієї кромки полягає у додаванні двох хвиль з протифазами, що призводить до їх взаємознищення. Проте застосування таких пристроїв для шуму, що має неперервний спектр, піддається сумнівам, та й єдина методика визначення даного ефекту знаходиться на даний час лише на стадії розробки.

Рис.1.5. – Приклад екрану з верхньою кромкою
спеціального вигляду

Проте дослідження показали, що екран з Т-подібним профілем вершини (рис.1.6) забезпечує зниження рівня шуму, порівнянне з більш високим плоским екраном, коли різниця їх висот дорівнює ширині вершини Т-профілю. Коли ці два екрани мають однакову висоту, екран з Т-профілем вершини показав додаткове зниження рівня шуму на 2,5 дБ . Y- і стрілоподібний профілі також працюють краще, ніж прямі верхні частини, проте їх ефективність зниження шуму менше в порівнянні з Т-профілем [13].

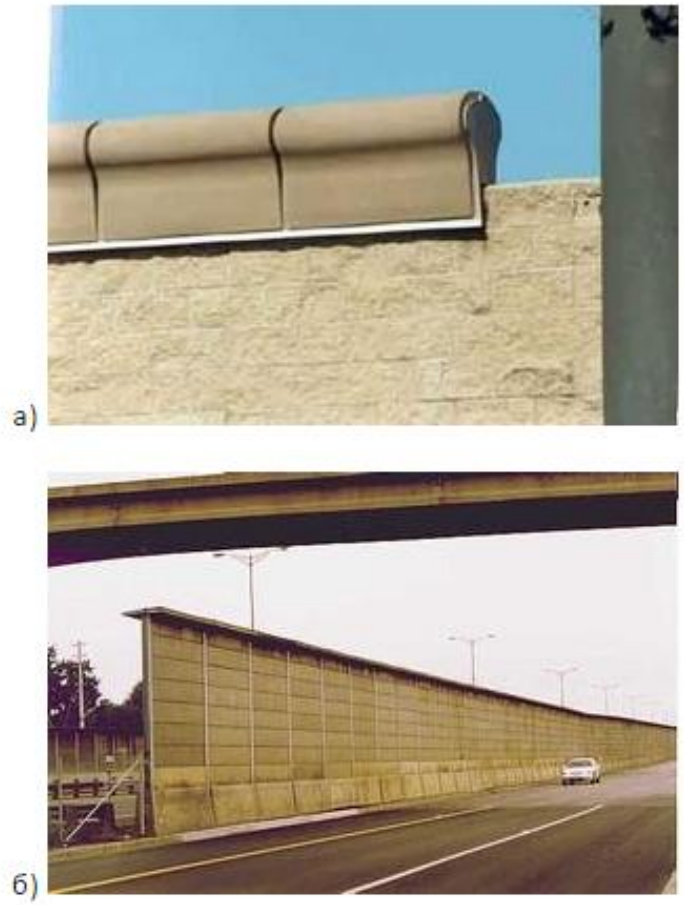


Рис.1.6 – Профіль кромки екрану.
а) циліндричний; б) Т-подібний

Ігрово-розважальні комплекси та будівлі, особливо з відкритими терассами є досить інтенсивним джерелом забруднення навколишнього середовища у містах. На даний час в Україні основною фізичною величиною, за якою проводиться нормування шуму, є еквівалентний (за енергією) рівень звукового тиску [14, 15].

Ефективність використання засобів зниження шуму, зокрема шумозахисних екранів, визначається різницею між рівнем звукового тиску до та після встановлення засобів шумозахисту [26]:

$$\Delta L = L_1 - L_2 = 10 \lg \frac{\int_0^T p_1^2(t)dt}{\int_0^T p_2^2(t)dt}, \qquad (1.2)$$

де L_1 - рівень звукового тиску,що створюється джерелом звуку до встановлення засобів шумозахисту, дБ;

L_2 - рівень звукового тиску, що створюється джерелом звуку після встановлення засобів шумозахисту, дБ;

$p_1(t)$ - звуковий тиск, що створюється джерелом звуку до встановлення засобів шумозахисту, дБ;

$p_2(t)$ - звуковий тиск, що створюється джерелом звуку після встановлення засобу шумозахисту, дБ.

T - інтервал спостереження, с.

Встановлення шумозахисних екранів та їх розрахунок, зазвичай, проводяться для територій біля доріг та автострад, для забезпечення захисту сельбищних територій від транспортного шуму.

Проте зараз активно розвивається і впроваджується захист екранами не тільки від автомобільного, але і від залізничного та міського транспортів(трамвай, метро).

Рис.1.7. Шумозахисний екран навколо залізничних шляхів

Не є виключенням і встановлення шумозахисних екранів с метою запобігання небажаного шуму локального характеру, наприклад ігрові майданчики, відкриті тераси, стадіони. Тому впровадження таких заходів, може значно допомогти розв’язувати місцеві проблеми жителів, та дати поштовх для подальшого розвитку цього методу захисту.

Рис.1.8. Шумозахисний екран навколо ігрового майданчику

1.3 Висновок до 1 розділу

Дія шуму на людину виражається в широкому діапазоні - від суб'єктивного роздратування до об'єктивної зміни в ЦНС, органах слуху, серцево-судинних та ендокринній системах, травному акті та інших органів і систем.

Останнім часом найбільш поширеним методом у шумозахисті територій в світі, вважається встановлення шумозахисних екранів, що активно впроваджується і в Україні.

В умовах сформованості міської забудови можна застосовувати шумозахисні екрани як найбільш ефективний будівельно-акустичний засіб зниження шуму. У деяких локальних випадках шумозахисні екрани є єдиним будівельно-акустичним засобом із шумозахисту, застосування якого, значно скорочує зону шумового забруднення.

У даній роботі постає актуальне питання щодо розробки акустичного проекту шумозахисного екрану для зниження шуму створюваного відкритим майданчиком клубу «Park Residence» за адресою: м. Одеса, Французький бульвар 58/1

Шумозахисні екрани існують багатьох видів та конструкцій, кожна з яких має свої характерні особливості, переваги та недоліки. Однак впровадження та розвиток такого способу захисту від шуму, є досить вдалим з економічної та часової точки зору.

РОЗДІЛ 2. АКУСТИЧНИЙ ПРОЕКТ ШУМОЗАХИСНОГО ЕКРАНУ

2.1 Завдання проекту

Клуб «Park Residence» є одним із найпопулярніших місць в Одесі для відпочинку туристів. Цей клуб вміщує в себе всі розваги, які тільки може забезпечувати комплекс такого роду. Тут присутні караоке зона, відкриті майданчики, ресторан, басейн, тераса під відкритим небом та великий танцювальний майданчик із відповідною гучною стереосистемою.

Звісно, організації такого роду, здійснюють послуги для своїх клієнтів у найвищому ґатунку, проте, на жаль, це не поширюється на житлові зони неподалік від резиденції.

Поява питання щодо зниження шуму та створення цього проекту, було зумовлено, досить великою кількістю скарг жителів будинків на оточуючих територіях.

Відкритий майданчик клубу «Park Residence» використовується для відтворення музичних програм з високими рівнями звуку. Час роботи закладу є таким, що виконання музичних програм відбувається як денний так і в нічний час доби, причому в нічний час доби рівні звуку підвищуються, у зв’язку з вечірніми розважальними програмами та дискотеками, із застосуванням потужної стереосистеми.

Питання надмірного шуму особливо загострюється вночі, коли для жителів прилеглих будинків з’являється проблема з відсутністю або порушеннями спокою та сну.

Деякі жителі будинків, користуючись власними коштами, встановили вікна з підвищеною звукоізоляцією, або покращені склопакети. Це дійсно допомагає, проте кожній квартирі окремо, причому далеко не кожний житель прилеглих територій має намір або кошти для проведення таких операцій для захисту від шуму власної квартири. Тому постало питання вирішення локальної проблеми для всіх одразу, шляхом зниження рівнів шуму відповідно самого джерела.

Робота даного клубу призводить до підвищення акустичного забруднення територій та будівель що розташовані поруч. Для зниження рівнів звукового тиску вирішено застосувати шумозахисний екран як єдиний із можливих дієвих заходів зниження шуму, який зможе допомогти всім жителям прилеглих житлових будівель.

Для вибору оптимальних параметрів екрана та визначення очікуваних рівнів шуму на прилеглій території після його улаштування, необхідно було виконати акустичні вимірювання та відповідні акустичні розрахунки. Результати вимірювань викладені у даному розділі.

2.2. Ситуаційний опис прилеглої території в м. Одеса та задачі виконаної роботи.

Схематичний план території м. Одеса навколо клубу наведено на рис. 2.9

На фрагменті плану показано територію яка потребує захисту від шуму, і для якої було проведено розрахунок рівнів звуку. На вказаній території розташовано два житлові 18 поверхові комплекси (вул. Шевченка, 33 та Французьуий бульвар, 85/5) та територія і будинки санаторію ім. В.П. Чкалова.

Концертний майданчик клубу має розміри усереднені розміри 45х45 м.

До задач роботи входило:

- вимірювання рівнів звуку на фасадах житлових будинків, що розташовані поруч;
- вимірювання рівнів звуку на території клубу під час виконання концертної програми;
- розрахунок очікуваних рівнів звуку (звукових полів) на прилеглій до клубу території до і після улаштування екрана при різних його конфігураціях;
- розрахунок акустичної ефективності шумозахисного екрану в залежності від його висоти з урахуванням взаємного розташування між джерелом шуму і територією, що захищається від шуму.

2.3 Результати акустичних вимірювань

Вимірювання рівнів звуку та рівнів звукового тиску було проведено у відповідності з чинними нормативними документами.

Результати вимірювань наведені в таблиці 3.

Таблиця 3. Результати вимірювань рівнів звуку та звукового тиску

Параметр	Рівні звукового тиску, дБ, в октавних смугах частот з середньогеометричними частотами, Гц									Еквівалентні рівні звуку, дБА	Максимальні рівні звуку, дБА
	31	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
Нормовані рівні звукового тиску на фасадах житлових будинків, дБ, (ДБН В.1.1-31:3013) нічний час доби (22:00 – 8:00)	83	67	57	49	44	40	37	35	33	45	60
Нормовані рівні звукового тиску в житлових приміщеннях, дБ, (ДБН В.1.1-31:3013) нічний час доби (22:00 – 8:00)	72	55	44	35	29	25	22	20	18	30	45

Рівні звукового тиску на відкритому майданчику клубу (точка 1)	96	106	91	87	84	81	78	77	75	87	94
Рівні звукового тиску на даху житлового будинку по вул Шевченка, 33 (точка 2)	63 -	74 7	61 4	56 7	55 11	48 8	40 3	28 -	23 -	55 10	59 -
Рівні звукового тиску на території біля житлового будинку по вул. Шевченка, 33 зі сторони дороги (точка 3)	64 -	68 1	63 6	55 6	50 6	53 13	49 12	40 5	33 -	56 11	60 -
Рівні звукового тиску на фасаді 16-го поверху житлового будинку по бул. Фрацузький, буд. 85/5 (точка 4)	67 -	81 14	63 7	56 7	55 11	53 13	41 4	34 -	26 -	58 13	64 4
Рівні звукового тиску в житловому приміщенні на	50 -	60 5	39 -	36 1	26 -	18 -	11 -	8 -	7 -	34 4	39 -

16-му поверсі житлового будинку по бул. Фрацузький, буд. 85/5 (точка 5)											
Примітка. В знаменнику вказано перевищення допустимих вимог											

З результатів вимірювань можна зробити наступні висновки:

- в октавних смугах з частотами 31 Гц, 4000 Гц та 8000 Гц перевищення допустимих вимог майже не відбувається, тому подальші розрахунки на цих частотах проводити не будемо;
- рівні звукового тиску біля будинку по вул. Шевченка, 33, обумовлені, як діяльністю клубу так і фоновим рівнем шуму м. Одеса, зокрема автомобільним потоком по вул. Шевченка. Встановлення шумозахисних екранів довкола території клубу призведе до зниження рівнів звукового тиску в області низьких частот (до 500 Гц) однак в інших смугах частот, а відповідно і за показником еквівалентний рівень звуку нормативних величин досягнуто не буде, причиною цьому є фоновий рівень шуму міста, зокрема рухом автомобілів.
- рівні звуку на фасаді будинку по Французькому бульвару, 85/5 перевищують допустимі величини на 13 дБА, однак в приміщенні квартир, що оснащені примусовими системами вентиляції спостерігаються перевищення лише на 3 дБА.

2.4 Розрахунок очікуваних рівнів звуку (звукових полів) на прилеглій житловій території

Для проведення акустичних розрахунків було проведено натурні вимірювання рівнів шуму на концертному майданчику та рівні звукового тиску на житловій території.

Дані, отримані в результаті натурних вимірювань, були вихідними даними для проведення розрахунків та побудови карт шуму.

Розрахунки очікуваних звукових полів на прилеглій території виконані за таких умов:

- усі розрахункові звукові поля з очікуваними рівнями звуку, створюваними концертним майданчиком на прилеглій території (з шумозахисними екранами або без них), визначались для горизонтальної площини, розташованої на висоті 1,5 м та 50 м (16 поверх) від землі ;

- звукові поля надані у рівнях звуку в дБА;

- розрахунок акустичної ефективності екрана проводився в дБА для джерел звуку максимально віддалених від екрану;

- вихідними даними для розрахунку прийнято виміряні рівні звуку концертного майданчика (табл.3, п.3.);

- звукові поля побудовані з урахуванням поглинанням звуку покривом поверхні землі;

- усі звукові поля побудовані для фрагмента сельбищної території шириною 400 м і довжиною 900 м.

На рис. 2.10 наведене очікуване звукове поле, створюване майданчиком на території сельбищної території до спорудження екрана. Із рисунка видно, що розрахункові рівні відповідають результатам вимірювань.

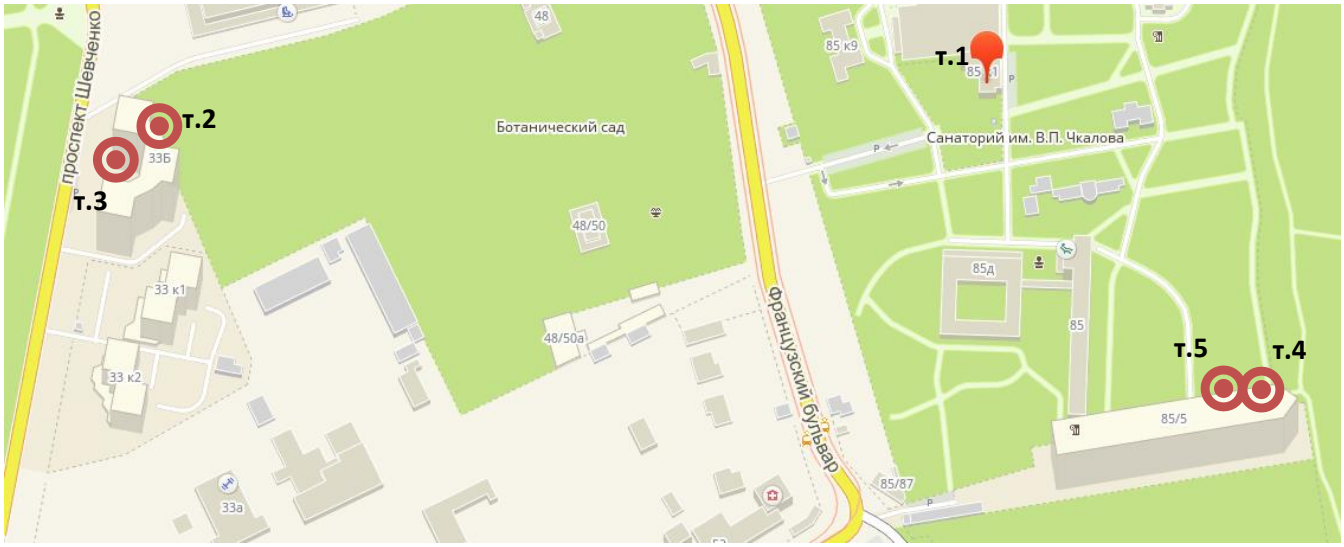


Рисунок 2.9 – Схема житлової території

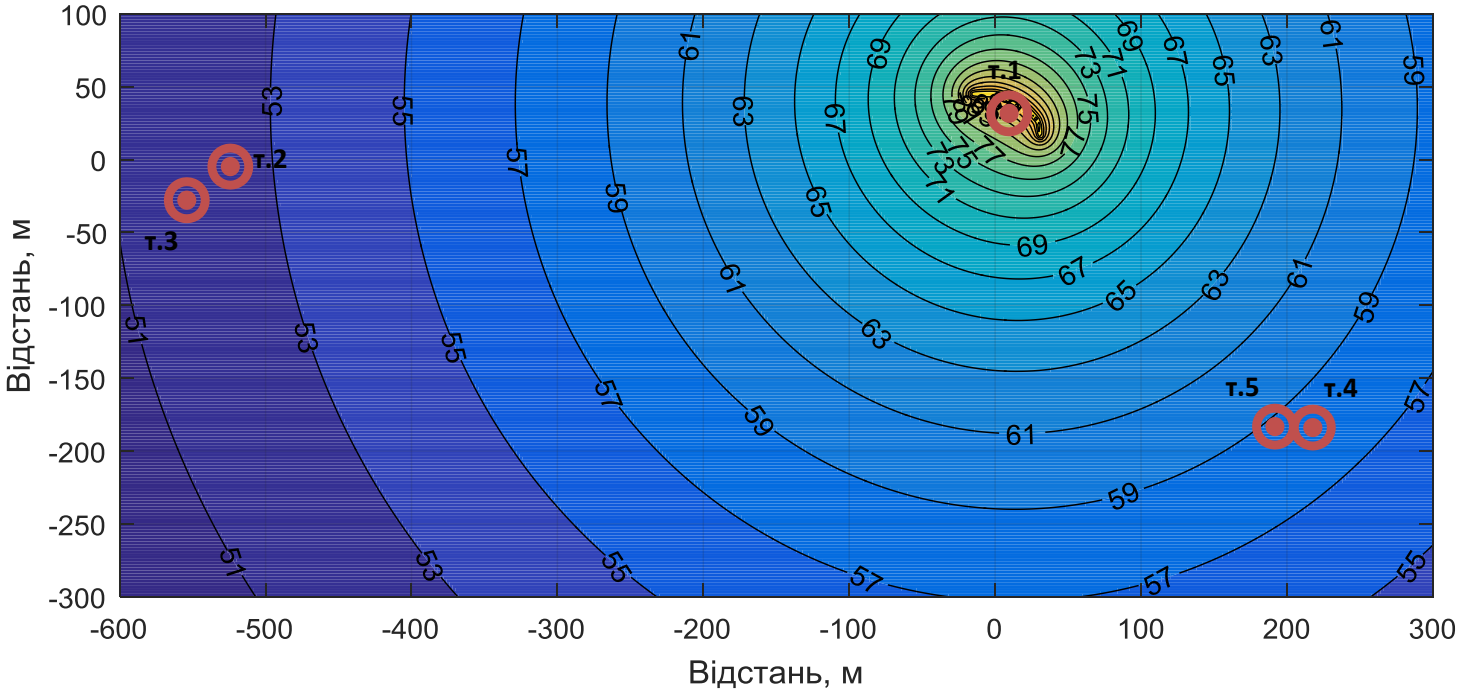


Рисунок 2.10 - Розрахункові рівні шуму на сельбищній території без застосування шумозахисних екранів

На рис. 2.11 – 5 (а) наведено очікувані звукові поля на прилеглій території при спорудженні шумозахисного екрана висотою 7м при довжині 100 м (варіант №1) (рис. 2.14), висотою 7м довжиною 150 м (варіант №2) (рис. 2.15) та висотою 8м, довжиною 150 м (варіант №3).

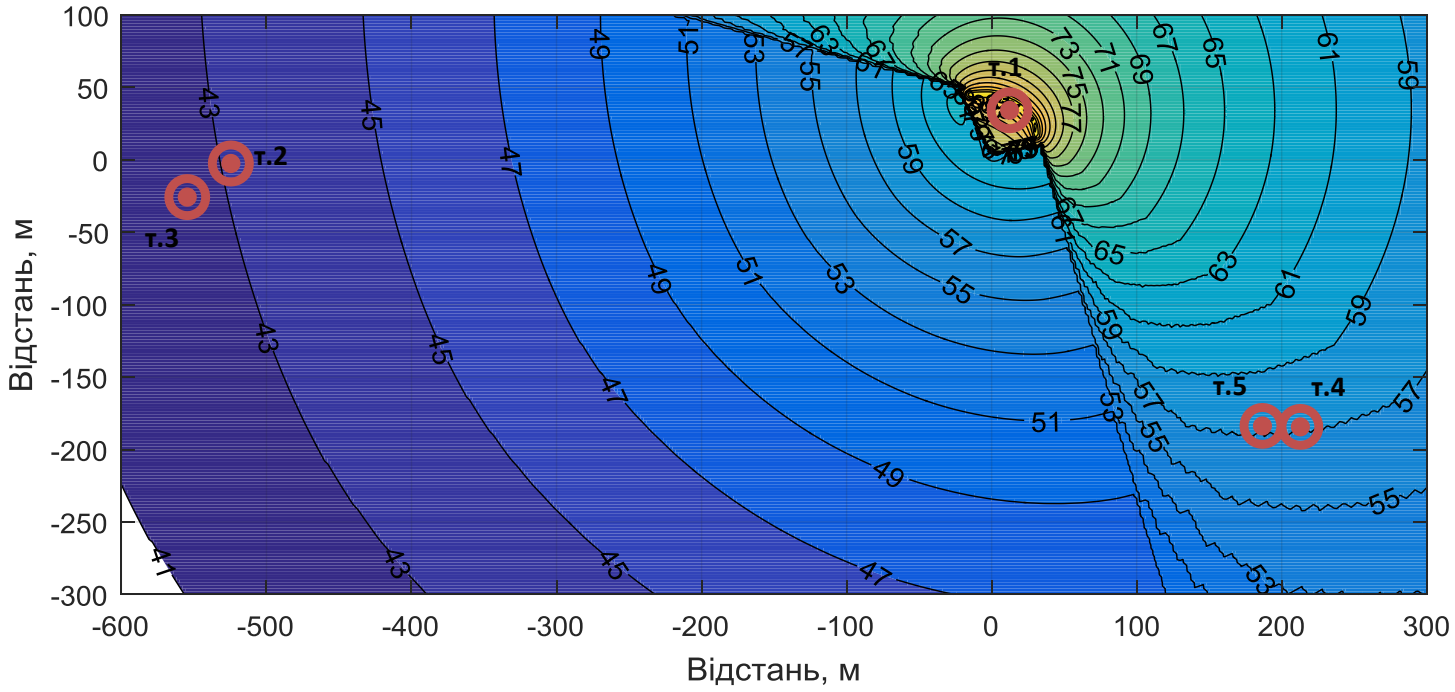
На рис. 2.11 наведене очікуване звукове поле та ефективність екрану висотою 7 м, при розташуванні екрану вздовж двох сторін майданчика довжиною 45 м та 45 м. Таке розташування екрану дозволяє отримати деяку ефективність екрану в напрямках житлових будинків. Однак із карти шуму видно що довжина екрану не є достатньою і звук проникає не лише через верхню кромку екрана, а також із боку.

На рис. 2.12 наведене очікуване звукове поле та ефективність екрану висотою 7 м, при розташуванні екрану вздовж трьох границь концертного майданчику рис. 2.12(а). Збільшення довжини екрану призвело до збільшення його ефективності, що позначилося в зменшенні рівнів звуку біля житлового будинку на Французкому бульварі, 85/5 на величину до 8 дБА в порівнянні із варіантом №1.

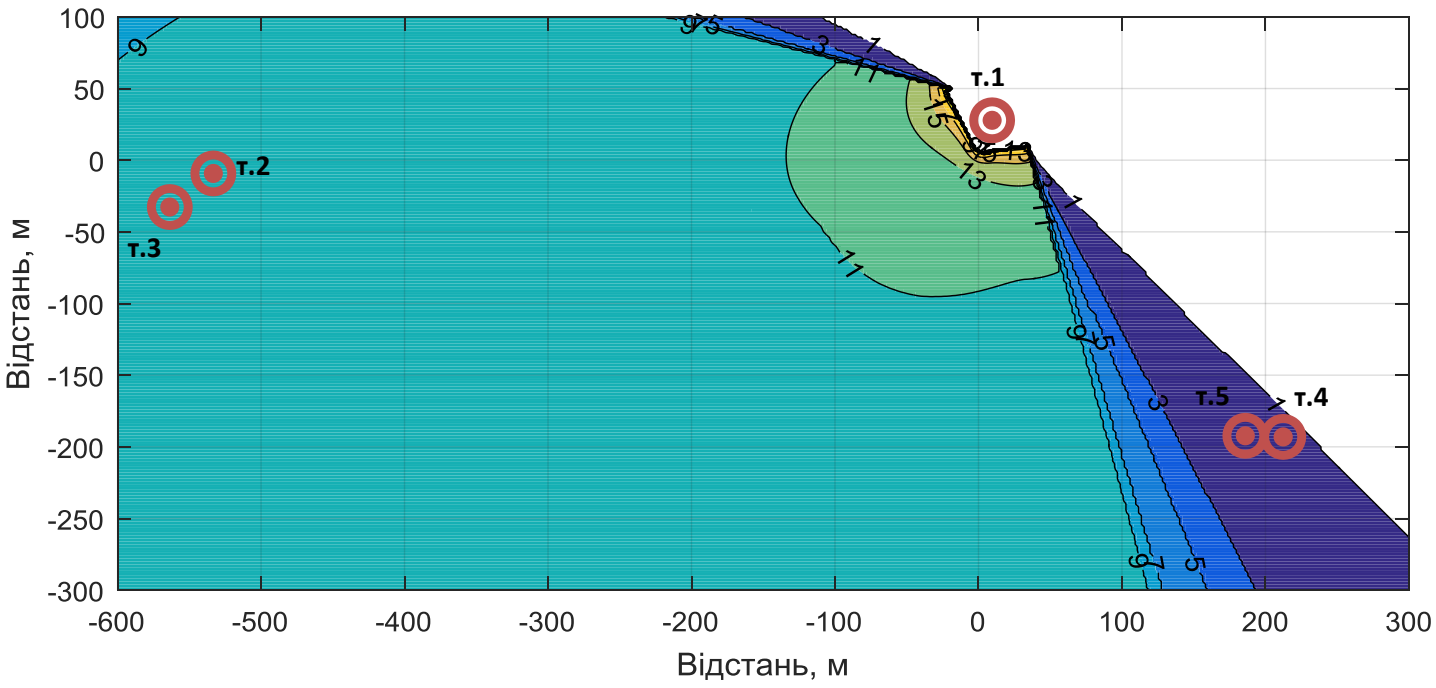
Рис.2.13. Варіант екрану №3 з висотою 8 м та тією ж конфігурацією екрана як і в варіанті №2. Збільшення висоти екрану призвело до зниження рівнів звуку біля житлових будинків на 1 дБА.

Із рисунків видно, що найбільш ефективним є екран за варіантом №3. Він захищає як територію безпосередньо біля концертного майданчика так і біля житлових будинків. Тому варіант 3 візьмемо за основу для подальшого розрахунку та аналізу.

Крім того для варіанту екрана № 3 було проведено розрахунок рівнів звуку для 16-го поверху (висота звукового поля на рівнем землі 50 м). Звукове поле та ефективність екрану подано на рисунку 2.16.



а)

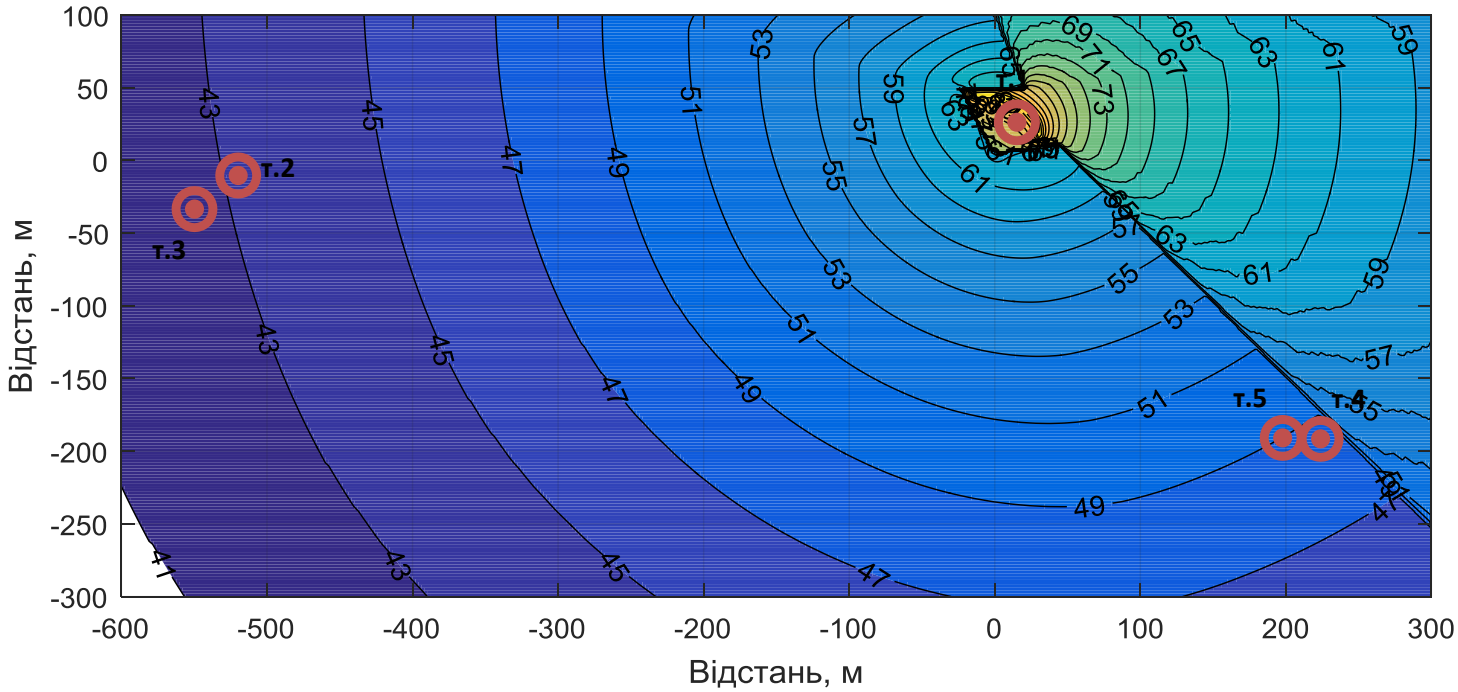


б)

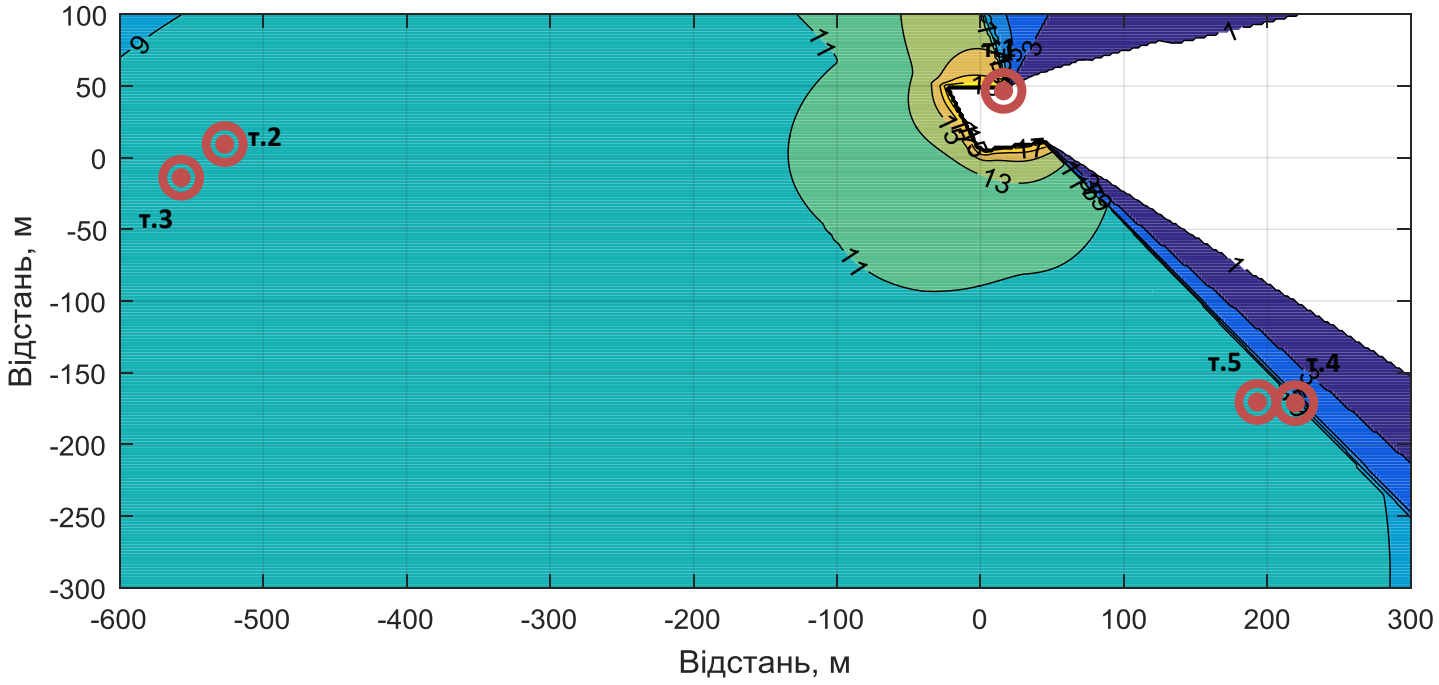
Рисунок 2.11 – Варіант екрану № 1

(висота екрану 7 м загальна довжина 100 м)

а) поле рівнів звуку; б) поле ефективності екрану



а)

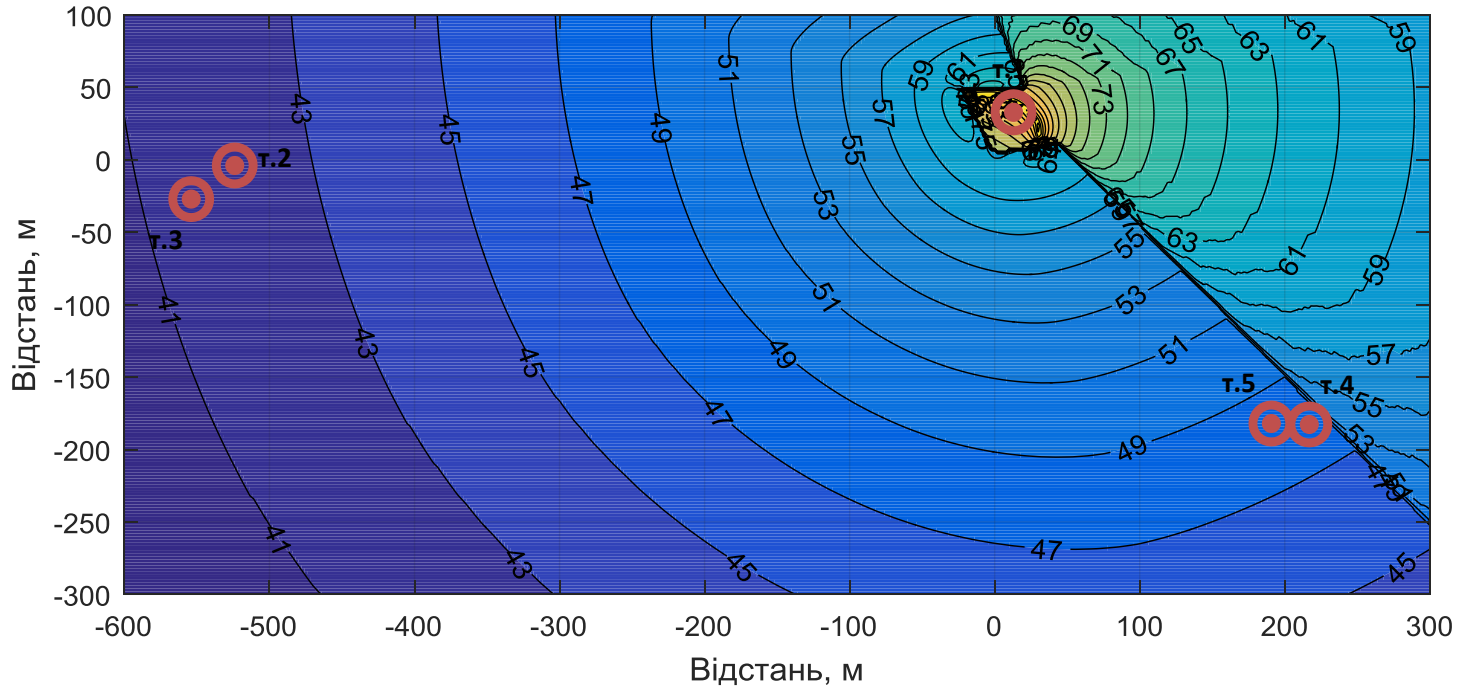


б)

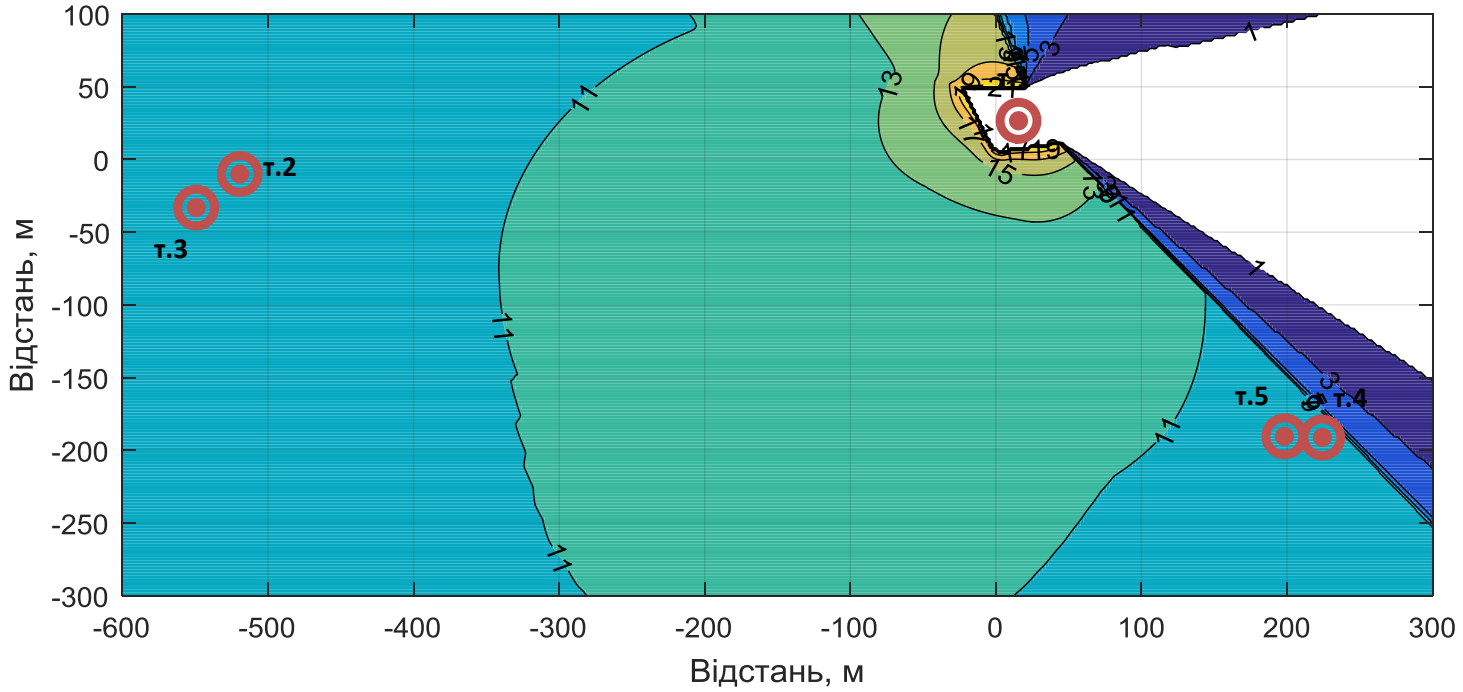
Рисунок 2.12 – Варіант екрану № 2

(висота над рівнем дороги 7 м загальна довжина 150 м)

а) поле рівнів звуку; б) поле ефективності екрану



а)



б)

Рисунок 2.13 – Варіант екрану № 3

(висота екрану 8 м загальна довжина 150 м)

а) поле рівнів звуку; б) поле ефективності екрану

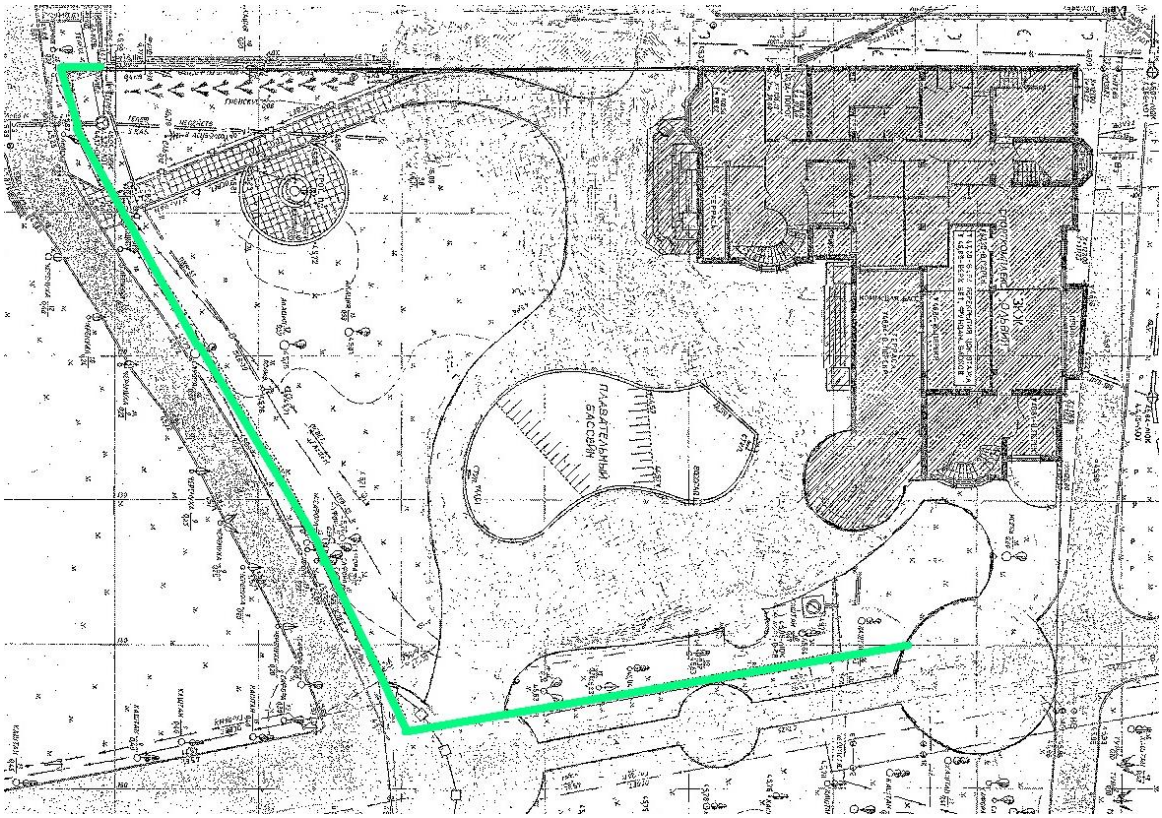
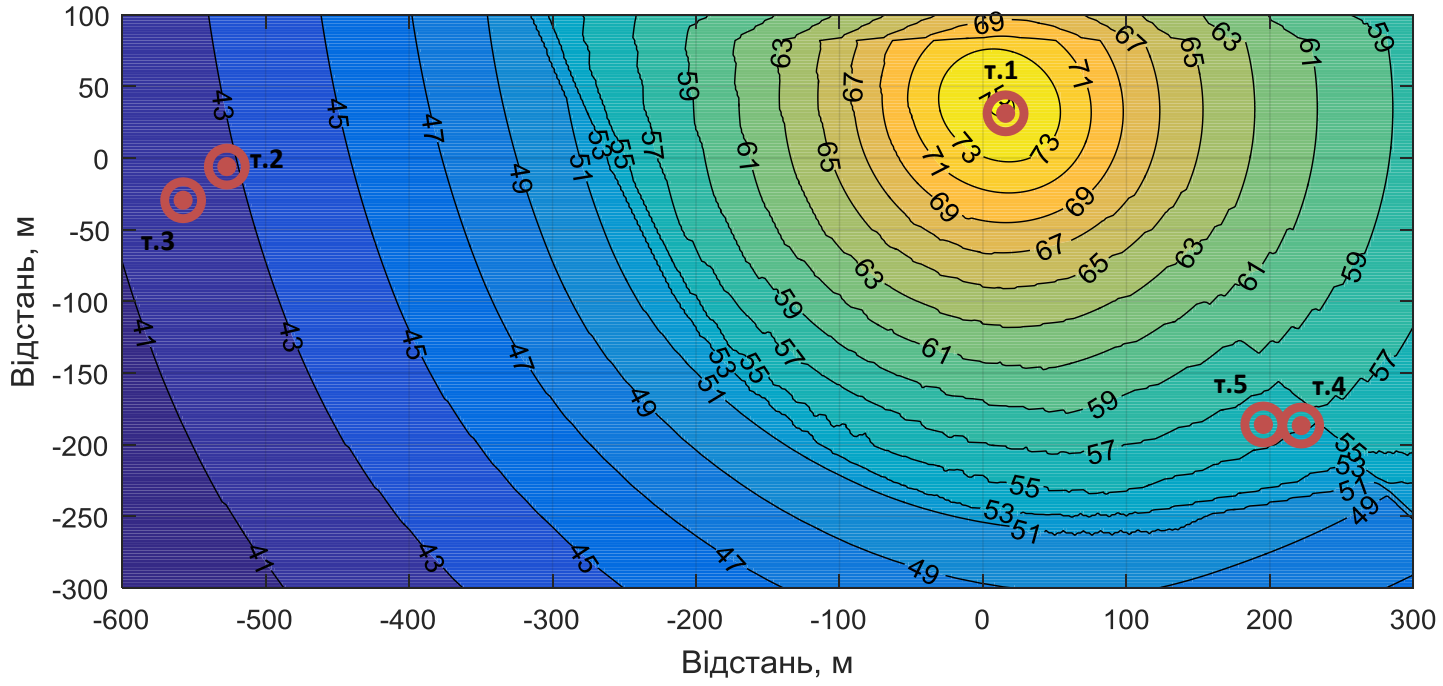
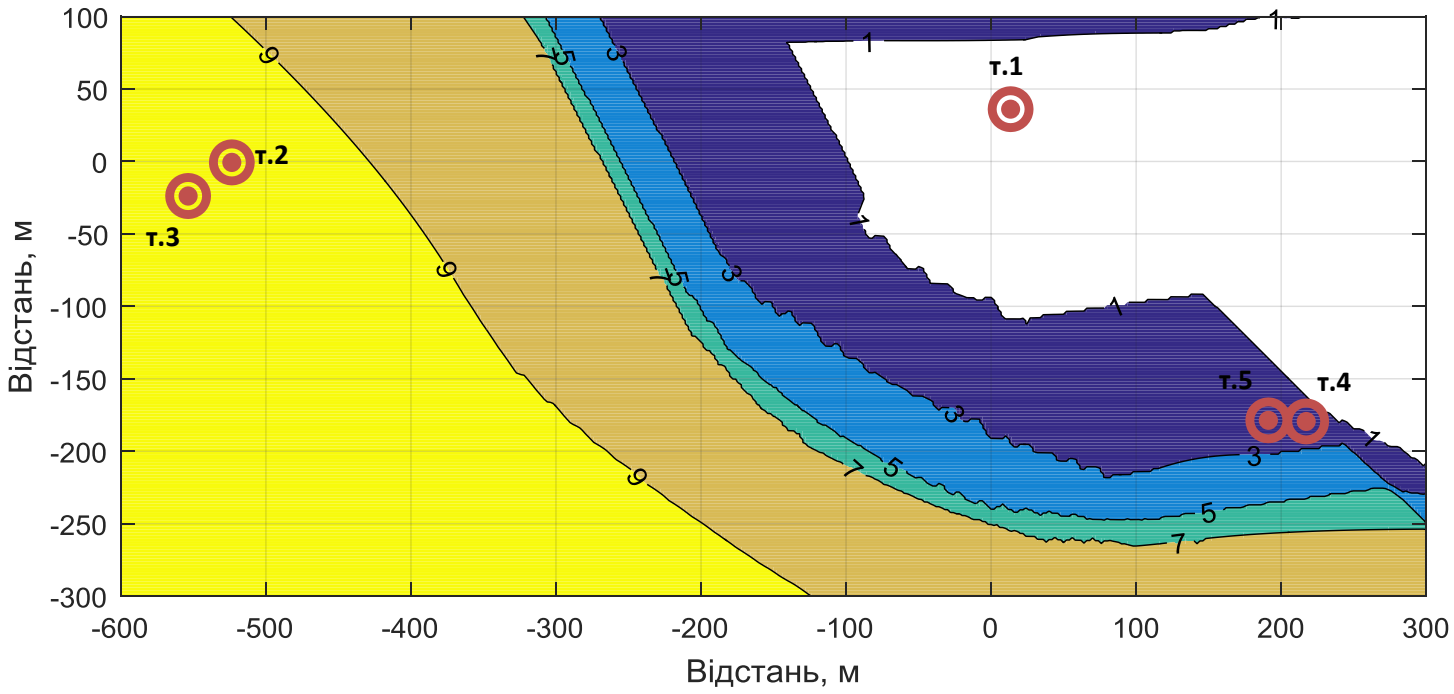


Рисунок 2.14 – Розміщення екрану за варіантом 1

Рисунок 2.15 – Розміщення екрану за варіантом 2 та 3



а)



б)

Рисунок 2.16 – Варіант екрану № 3 (висота карти над рівнем землі 50 м)

(висота екрану 8 м загальна довжина 150 м)

а) поле рівнів звуку; б) поле ефективності екрану

2.5 Рекомендації щодо конструктивних рішень шумозахисних екранів та їх улаштування.

Матеріали для виготовлення усіх елементів конструкцій екрана повинні бути довговічними, стійкими до атмосферних впливів та механічних засобів очищення. Згідно з ГБН В.2.3-37641918-556:2015 [16], термін експлуатації повинен бути: – для стінок, анкерних вузлів та фундаменту – не менше ніж 20 років; – для панелей екранів – не менше ніж 10 років.

Однією із найважливіших вимог до конструкції шумозахисного екрана є вимога щоб конструкції окремих елементів екрана забезпечували щільне їх прилягання один до одного та до несучих елементів так, щоб екран був *акустично* непрозорим. Будь які щілини, зазори або нещільності в конструкції екрана недопустимі. На це треба звертати особливу увагу при проектуванні вузлів кріплення елементів екрана з урахуванням їх лінійних розширень при зміні температури повітря.

Вибір параметрів несучих елементів і спосіб їх кріплення, а також кріплення елементів екрана до несучих конструкцій повинне здійснюватися на основі відповідних міцносних розрахунків з урахуванням усіх діючих навантажень (вітрові, снігові тощо).

Для забезпечення розрахункової величини зниження рівня звуку в розрахункових точках за екраном (величини акустичної ефективності екрана) необхідно, щоб конструкція екрана відповідала вимогам щодо її звукоізоляції.

Звукоізоляція конструкції екрана повинна бути такою, щоб рівень звуку, що пройшов в розрахункову точку крізь стінку екрана, був меншим на 15 дБА, від рівня звуку, який надходить в дану точку, огинаючи верхнє ребро екрана. Іншими словами, звукоізоляція конструкції екрана повинна бути на 15 дБА більшою від його акустичної ефективності в даній розрахунковій точці.

В даному випадку, акустична ефективність екрана становить більше 15 дБА (див. рис. 2.11-2.13), тобто звукоізоляція елементів конструкції екрана повинна становити не менше 30 дБА.

Оскільки екран встановлюється довкола концертного майданчика то його встановлення повинно мати мінімальний вплив на акустичне поле майданчика.

Тому екран повинен володіти максимальними звукопоглинльними властивостями.

З акустичних міркувань виготовлення екрану із світлопрозорих елементів не рекомендовано.

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

Екран може бути виготовлений з:

- панелей шумозахисних з перфорацією виробництва «Торговий дім Завод «Єврформат»;

- з бетонних панелей товщиною не менше 80 мм;

- з каменів стінових з поверхневою масою не менше 100 кг/м^2.

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

- розріз панелі наведено на рис. 9. На даному рисунку вказані мінімально допустимі розміри;

- сталеві листи повинні бути покриті шаром цинку товщиною не менше 80 мкм, а також, по можливості, полімерним покриттям для збільшення строку служби екранів;

- такі ж вимоги до антикорозійного покриття висуваються до стійок та інших сталевих елементів екрану;

- мінеральна вата що використовується при заповненні повинна бути густиною 80-100 кг/м^3;

- мінеральна вата повинна бути захищена від дії атмосферних впливів. Одним із варіантів захисту є ПВХ плівка товщиною не менше 50 мкм;

-стики між панелями та панелями і стійками мають бути герметизовані пружними прокладками зі стійких до атмосферних впливів матеріалів. При цьому монтаж шумозахисного екрану повинен виключати будь-які щілини та отвори.

Рисунок 2.17 – Панель шумозахисного екрана

При необхідності забезпечення проходу крізь шумозахисний екран можливе улаштування дверей чи воріт розміри яких по можливості мають бути мінімальні. При цьому вхідні двері (ворота) повинні бути виготовлені по типу сандвіч (метал-мінеральна вата- ЦСП-мінеральна вата-метал) з конструкцією аналогічній панелям шумозахисного екрану (рис. 2.17).

В нижній частині шумозахисного екрану доцільно улаштувати бетонний цоколь висотою 0,5-1,0 м. Це дозволить зменшити вплив атмосферних опадів на нижні панелі шумозахисного екрану.

Наявність перфорованого листа в шумозахисному екрані і розташованому за ним шару мінеральної вати та ЦСП – дозволить збільшити звукопоглинальні властивості екрану в широкому діапазоні частот що призведе до зменшення впливу екрану на акустичне концертного майданчика.

2.6 Висновок до 2 розділу

- Улаштування шумозахисного екрану за варіантом 3 дозволить знизити рівнів звуку на прилеглій території на 10-15 дБА;
- Рівні звуку що надходять від концертного майданчика до житлових будинків № 33 по вул. Шевченка будуть знаходитися в межах допустимих значень для будь-якого поверху будинку.
- Рівні звуку на фасаді будинку №85/5 зменшаться на 2 – 10 дБА в залежності від номера поверху. При цьому на фасаді будуть спостерігатися перевищення допустимих вимог на 3 – 11 дБА.
- При зачинених вікнах з урахуванням наявної приточно-витяжної системи повітрообміну рівні звуку що будуть проникати в в житлові приміщення даного будинку, від концертного майданчика, будуть знаходитися в межах допустимих величин.

РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТИВНІ ПАРАМЕТРИ ШУМОЗАХИСНОГО ЕКРАНУ

3.1 Розрахунок звукоізоляції огороджувальних конструкцій

З попередніх розділів було обрано геометричне розташування, розраховано його оптимальні параметри, та визначено його орієнтовні показники ефективності захисту від шуму.

Для подальшої доцільності встановлення, та обрання найбільш ефективного матеріалу для виготовлення шумозахисного екрану, потрібно розрахувати звукоізоляцію різноманітних варіантів матеріалів екранів, та їх основних параметрів побудови.

Проникнення шуму в приміщення з урахуванням звукоізоляції огороджувальної конструкції розраховується у відповідності з ДСТУ-Н Б В.1.1-34:2013 [17].

Для розрахунку звукоізоляції та обрання матеріалів спочатку потрібно обрати матеріали з відповідним коефіцієнтом звукопоглинання Табл.4[18].

Таблиця 4. Коефіцієнти звукопоглинання для обраних матеріалів.

Матеріал	125 Гц	250 Гц	500 Гц	1000 Гц	2000 Гц	4000 Гц
Цегляна кладка	0.15	0.19	0.29	0.28	0.38	0.46
Оргскло	0.22	0.3	0.28	0.3	0.33	0.35
Сталь	0.03	0.03	0.05	0.06	0.04	0.03
Залізобетон	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02
Базальтова вата шириною 100 мм та густиною 33 кг\м^3	0.53	0.81	0.94	1	1	1

Отже проведемо розрахунок звукоізоляції 3 видів конструкції шумозахисного екрану.

1) Суцільна цегляна стінка шириною 125 мм
2) Суцільна стінка виготовлена із оргскла шириною 35 мм

3) Трьохшарова конструкція виду сталь-базальтова вата-сталь з відповідною шириною 1мм-100мм-1мм.

За даними таблиці 4, відповідні коефіцієнти поглинання для цегли та оргскла є сприятливими для одношарової конструкції, і сягають величин, що є допустимими для звукопоглинання музичних та мовних програм.

Проте коефіцієнти звукопоглиння металів, на прикладі сталі та залізобетону для всіх частотних смуг, які не перевищують значення 0.06, вказує нам на те, що звукопоглинання у одношаровій конструкції з такого матеріалу будет недостатньо.

За рахунок малого коефіцієнту звукопоглинання поверхні, звук від музичних програм може повертатись та заважати всім, хто перебуває на території майданчику, створюючи завади у виді несприятливого дифузного поля. Також значення звукоізоляції одного металевого шару є досить низьким та, зазвичай, не відповідає нормативним вимогам.

Тому для металевих конструкцій, замість одношарового суцільного типу оберемо трьохшарову конструкцію виду сталь-базальтова вата-сталь, тому що за рахунок високого коефіцієнту поглинання базальтової вати на всіх частотах, згідно таблиці 4, можна досягти високої ефективності поглинання звуку, а також, в цілому, підвищити загальну звукоізоляцію металевої конструкції.

1) Почнемо розрахунок звукоізоляції з цегляної стінки шириною 125 мм. Розрахунок та побудову графіку звукоізоляції проводимо за пунктом 5.1 [17].

Частотну характеристику ізоляції повітряного шуму R', дБ, акустично однорідною плоскою огороджувальною конструкцією з поверхневою густиною від до 1000 кг/м^2 із цегли і подібних матеріалів, визначають у графічний спосіб, зображуючи її як ламану лінію згідно Рис.3.18.

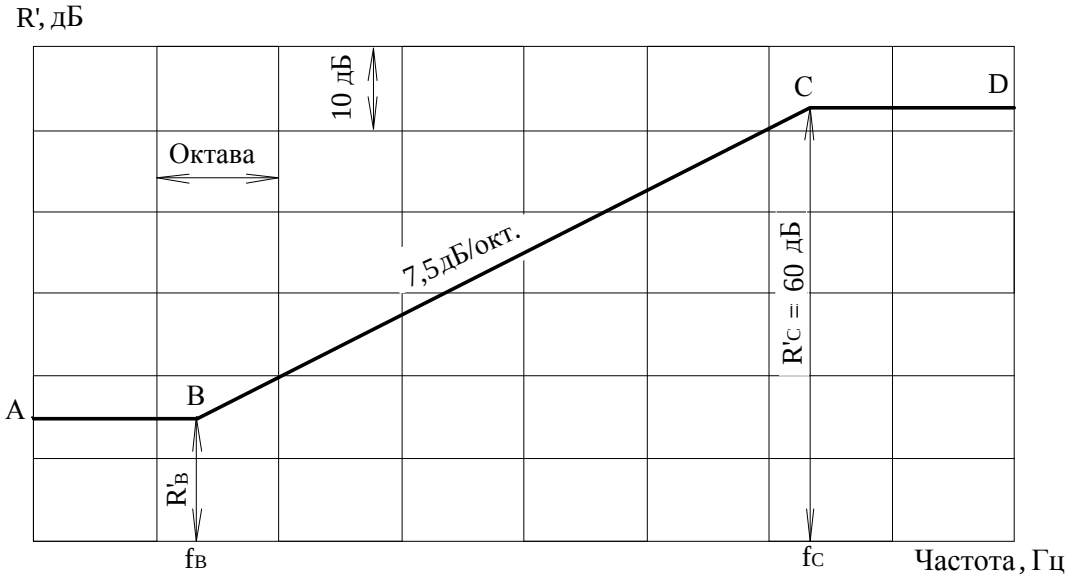


Рис.3.18. Частотна характеристика ізоляції повітряного шуму акустично однорідною огороджувальною конструкцією

Для побудови графіка звукоізоляції глухої акустично однорідної огороджувальної конструкції спочатку необхідно знайти $f_{\text{В}}$ - абсцису точки В'.

Частоту $f_{\text{В}}$ (абсцису точки В) визначають в залежності від товщини огороджувальної конструкції.

$$f_{\text{В}} = 164 - 120\lg h_{\text{п}} = 272 \text{ Гц}$$

При $\rho \geq 1800$ кг/м^3, для цегли

Де $h_{\text{п}}$ =0.125 – товщина огороджувальної конструкції, м;

Визначену частоту $f_{\text{В}}$ заокруглюють до величини середньогеометричної частоти третинноокатавної смуги, в межах якої знаходиться частоти $f_{\text{В}}$.

$$f_{\text{В}} = 250 \text{ Гц}$$

Ординату точки В (величину звукоізоляції $R'_{\text{В}}$, дБ) визначають в залежності від поверхневої густини огороджувальної конструкції за формулою:

$$R'_{\text{В}} = 21\lg m - 14 = 36.5 \partial Б,$$

де $m = h \cdot \rho = 250 \frac{кг}{м^2}$ – поверхнева густина огороджувальної конструкції,

Визначену величину $R'_{\text{В}}$ заокруглюють до 0,5 дБ.

Далі проводиться горизонтальна лінія вліво від точки В, знаходиться точка А', і вправо від точки В проводиться лінія з нахилом 7,5 дБ/окт(2,5 дБ/третьокт). до ординати точки С' (60 дБ). Від точки С вправо проводиться горизонтальна лінія і знаходяться координати точки D'. Якщо точка *С* лежить за межами нормованого частотного діапазону звукоізоляції (частота $f_C \geq 3150$ Гц), то відрізок CD відсутній.

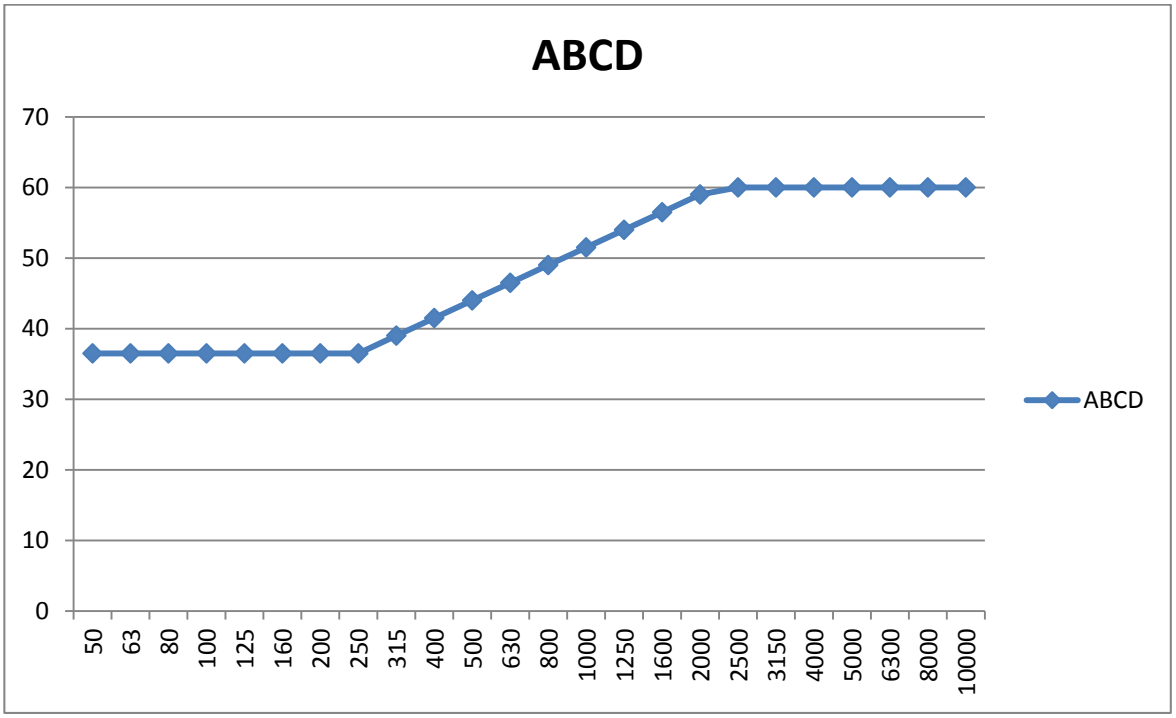


Рис.3.19. Графік звукоізоляції однорідної конструкції з цегли

Таким чином графік звукоізоляції акустично однорідної цегляної огороджувальної конструкції побудовано. Це ламана ABCD на Рис.3.19, зі значеннями у табл.5

Таблиця 5. Значення звукоізоляції цегляної конструкції в третьоктавній смузі частот.

f ,Гц	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
$R_{цегл}$ дБ	36.5	36.5	36.5	36.5	36.5	36.5	36.5	36.5	39	41.5	44	46.5

800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000
49	51.5	54	56.5	59	60	60	60	60	60	60	60

Перейдемо до значень в октавних смугах за допомогою формули виду:

$$R_{окт} = -10\lg(\sum_{i=`}^{3}\frac{10^{-0.1R_i}}{3})$$

Значення внесемо у таблицю 6.

Таблиця 6. Значення звукоізоляції цегляної конструкції в октавній смузі частот.

f ,Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$R_{цегл}$, дБ	36.5	36.5	37.2	43.5	51	58.2	60	60

2) Розрахунок звукоізоляції одношарової тонкої конструкції із оргскла шириною 35 мм. Розрахунок та побудову графіку звукоізоляції проводимо за пунктом 5.2 [17].

Частотну характеристику ізоляції повітряного шуму R, дБ, одношаровою плоскою тонкою огороджувальною конструкцією із металу, скла, оргскла, азбестоцементних, гіпсокартонних, гіпсоволокнистих, деревностружкових, деревноволокнистих плит і подібних матеріалів визначають у графічний спосіб, зображуючи її як ламану лінію згідно з Рис.3.20

Координати точок В і С ($R_В$, $R_С$ і частоти $f_В$ і $f_С$) визначають відповідно до таблиці 6. Визначені частоти $f_В$ і $f_С$ заокруглюють до середньогеометричної частоти тієї третинноктавної смуги, в межах якої знаходиться частота $f_В$ або $f_С$.

Ділянку АВ ламаної лінії будують з нахилом 4,5 дБ на октаву(1,5 дБ на третьоктаву), а ділянку CD – з нахилом 7,5 дБ на октаву(2,5 дБ на третьоктаву) згідно з рисунком 3.20. Точки В і С з’єднують між собою.

Ламана лінія ABCD на рисунку 3.20 являє собою частотну характеристику ізоляції повітряного шуму R, дБ, одношаровою тонкою акустично гнучкою огороджувальною конструкцією із листових матеріалів.

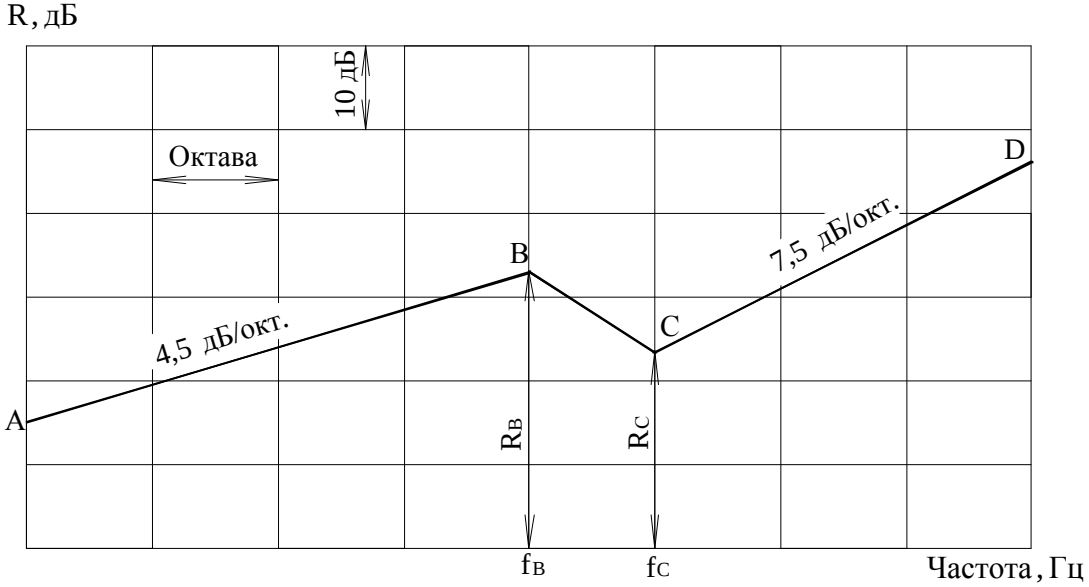


Рис.3.20. Частотна характеристика ізоляції повітряного шуму одношаровою тонкою огороджувальною конструкцією

Таблиця 6. Визначення координат точок В і С для деяких матеріалів

Матеріал	Густина ρ, кг/м^3	f_B, Гц	f_C, Гц	R_B, дБ	R_C, дБ
1 Сталь	7800	6000/ h	12000/ h	40	32
2 Алюмінієві сплави	2500-2700	6000/ h	12000/ h	32	22
3 Скло силікатне	2500	6000/ h	12000/ h	35	29
4 Скло органічне	1200	17000/ h	34000/ h	37	30

Примітка. h– товщина одношарової тонкої конструкції (листа) у міліметрах.

Отже для органічного скла де h=35 мм отримуємо.

$$f_B = \frac{17000}{h} = 486\,Гц$$ (округлюємо до 500 Гц)

$$f_C = \frac{34000}{h} = 971 Гц$$ (округлюємо до 1000 Гц)

$R_В$=37 дБ

$R_С$=30 дБ

Таким чином графік звукоізоляції акустично однорідної одношарової тонкої огороджувальної конструкції з оргскла побудовано. Це ламана ABCD на Рис.3.21, зі значеннями у табл.7.

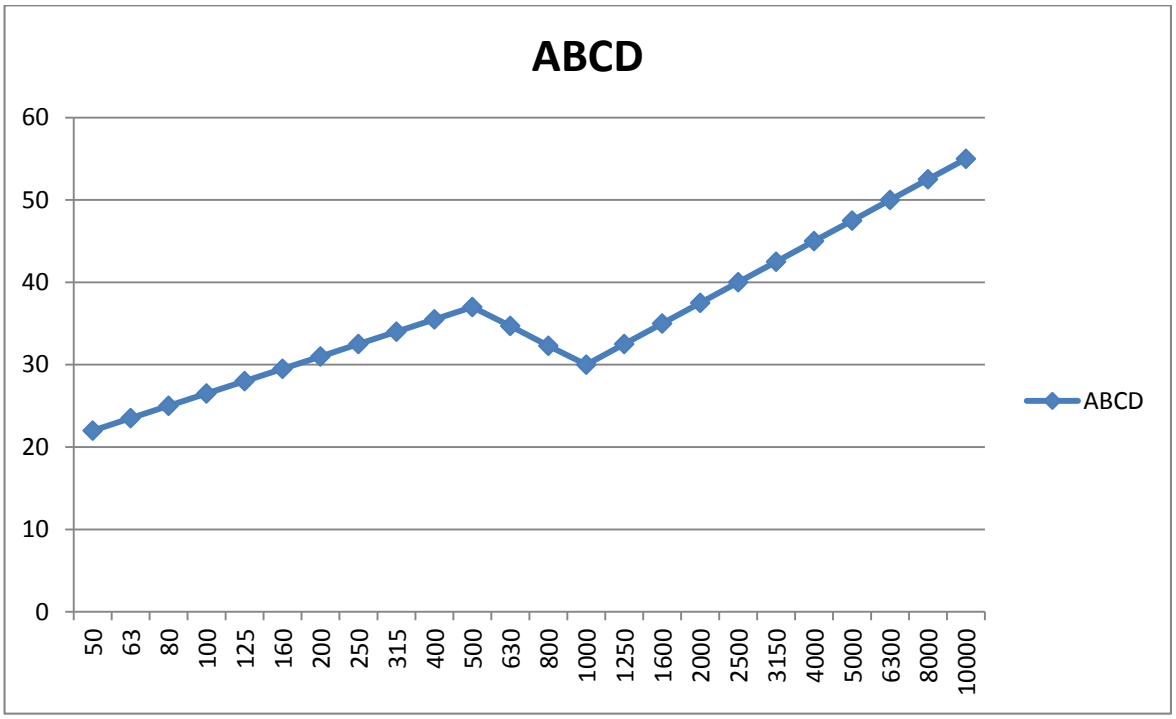


Рис.3.21. Графік звукоізоляції тонкої однорідної конструкції з оргскла

Таблиця 7. Значення звукоізоляції тонкої конструкції з оргскла в третьоктавній смузі частот.

f ,Гц	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
$R_{орг}$ дБ	22	23.5	25	26.5	28	29.5	31	32.5	34	35.5	37	34.7

800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000
32.3	30	32.5	35	37.5	40	42.5	45	47.5	50	52.5	55

Перейдемо до значень в октавних смугах за допомогою формули виду:

$$R_{окт} = -10\lg(\sum_{i=`}^{3}\frac{10^{-0.1R_i}}{3})$$

Значення внесемо у таблицю 8.

Таблиця 8. Значення звукоізоляції тонкої конструкції з оргскла в октавній смузі частот.

f ,Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$R_{орг}$, дБ	23.3	27.8	32.3	35.6	31.5	37	44.5	52

3) Розрахунок звукоізоляції трьохшарової конструкції виду сталь-базальтова вата-сталь з відповідною шириною 1мм-100мм-1мм. Розрахунок та побудову графіку звукоізоляції проводимо за пунктом 5.3.4 [17].

Частотну характеристику ізоляції повітряного шуму каркасно-обшивною перегородкою, виконаною із сталі, при заповненні повітряного проміжку між обшивками пористим або пористо-волокнистим матеріалом, будують у такій послідовності:

При однаковій товщині листів сталі спочатку виконується розрахунок та побудова для одного з листів, згідно попереднього пункту. За таблицею 6 для сталі шириною в 1 мм маємо:

$h_1=h_2=1$ мм

$h_{вати}=100$ мм

$$f_B = \frac{6000}{h} = 6000\,Гц$$ (округлюємо до 6300 Гц)

$$f_C = \frac{12000}{h} = 12000\,Гц$$ (округлюємо до 10.000 Гц)

$R_В$ =40 дБ

$R_С$ =32 дБ

$\rho_{сталі}$ =7800 кг/м^3

$\rho_{вати}$ =50 кг/м^3

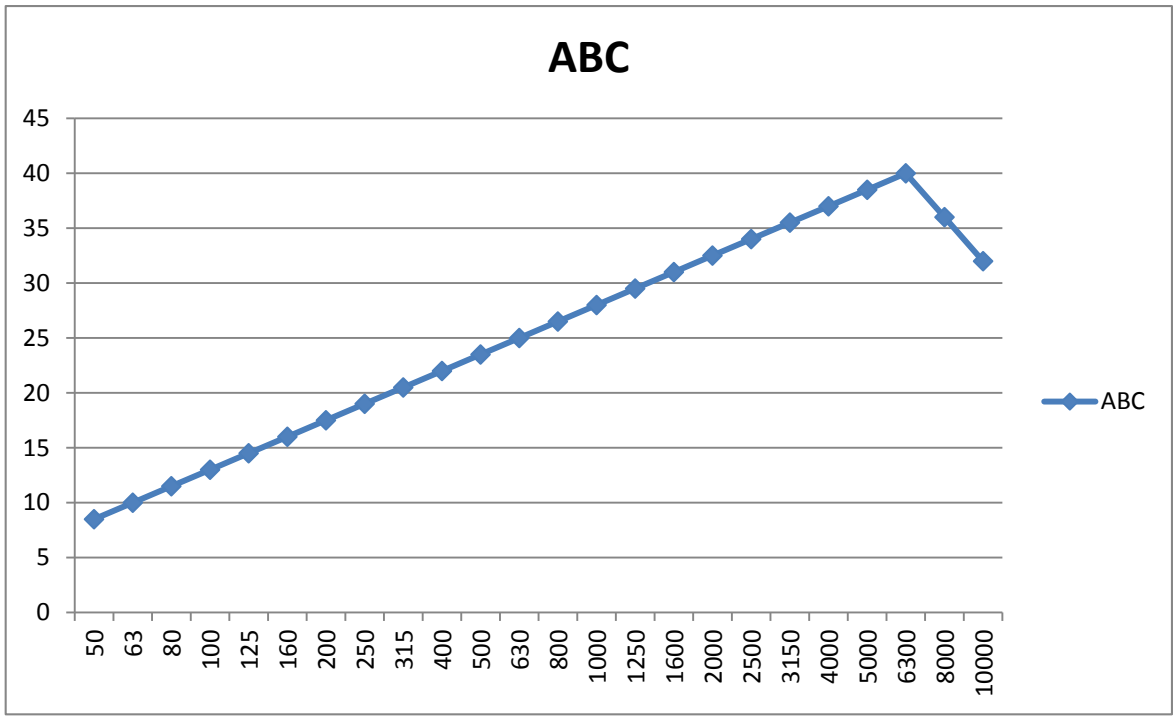


Рис.3.22. Графік звукоізоляції тонкої однорідної конструкції зі сталі

Таблиця 9. Значення звукоізоляції тонкої конструкції зі сталі в третьоктавній смузі частот(АВС).

f ,Гц	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
R_c дБ	8.5	10	11.5	13	14.5	16	17.5	19	20.5	22	23.5	25

800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000

26.5	28	29.5	31	32.5	34	35.5	37	38.5	40	36	32

Перейдемо до значень в октавних смугах за допомогою формули виду:

$$R_{окт} = -10\lg(\sum_{i=`}^{3}\frac{10^{-0.1R_i}}{3})$$

Значення внесемо у таблицю 10.

Таблиця 10. Значення звукоізоляції тонкої конструкції зі сталі в октавній смузі частот.

f ,Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
R_c, дБ	9.8	14.3	18.8	23.3	27.8	32.3	36.8	34.8

Будують частотну характеристику ізоляції повітряного шуму однією обшивкою (листом) (ламана лінія АВС на рисунку 3.22). Далі будують допоміжну ламану лінію А1В1С1 шляхом додавання до ординат лінії АВС поправки ΔR_1, дБ, на збільшення поверхневої густини огородження в цілому. Поправку ΔR_1 визначають відповідно до таблиці 6[17], при цьому до сумарної поверхневої густини конструкції $m_{сум}$, при визначенні поправки ΔR_1, додають поверхневу густину заповнювача повітряного проміжку;

$$m_{вати} = \rho_{вати} \cdot h_{вати} = 50 \cdot 0.1 = 5\frac{кг}{м^2}$$

$$m_1 = \rho_{сталі} \cdot h_{сталі} = 7800 \cdot 0.001 = 7.8\frac{кг}{м^2}$$

$$m_{сум} = m_1 + m_2$$

$$При\ m_1 = m_2$$

$$m_{сум} + m_{вати} = 2m_1 + m_{вати} = 20.6\frac{кг}{м^2}$$

Тоді $\frac{m_{\text{сум}} + m_{вати}}{m_1} = 2.64$

Отже поправка ΔR_1=6.5 дБ

Таблиця 11. Значення звукоізоляції тонкої конструкції зі сталі в третьоктавній смузі частот згідно поправці ΔR_1 ($A_1B_1C_1$).

f ,Гц	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
$R_{орг}$ дБ	15	16.5	18	19.5	21	22.5	24	25.5	27	28.5	30	31.5

800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000
33	34.5	36	37.5	39	40.5	42	43.5	45	46.5	42.5	38.5

Визначають частоту резонансу $f_{\text{Р}}$ конструкції за формулою:

$$f_{\text{Р}} = 60\sqrt{\frac{m_1 + m_2}{d_в m_1 m_2}},$$

де m_1 і m_2 – поверхнева густина обшивок, кг/м^2 (у даному випадку $m_1 = m_2$);

$d_в$ – ширина проміжку вати між обшивками, м.

Розраховану частоту $f_{\text{Р}}$ заокруглюють до величини середньогеометричної частоти 1/3 октавної смуги, в межах якої знаходиться частота $f_{\text{Р}}$.

$$f_{\text{Р}} = 60\sqrt{\frac{2m_1}{d_в m_1^2}} = 60\sqrt{\frac{15.6}{0.1 \cdot 60.84}} = 96\,Гц$$

$f_{\text{Р}}$=100 Гц

До частоти $0{,}8\,f_{\text{Р}}$ включно (тобто до середньогеометричної частоти, попередньої перед $f_{\text{Р}}$ 1/3 октавної смуги – точка Е) частотна характеристика звукоізоляції конструкції збігається з допоміжною лінією $A_1B_1C_1$. На частоті $f_{\text{Р}}$ звукоізоляцію приймають на 4 дБ нижчою від лінії $A_1B_1C_1$ (точка F). Точки Е і F з'єднують між собою;

R_E =18 дБ ($f_E = 80\,Гц$)

R_{F} =15.5 дБ ($f_F = 100\,Гц$)

На частоті $8\,f_{\text{Р}}$ =800 Гц (на три октави вище від частоти резонансу) визначають точку К з ординатою $R_{\text{К}} = R_{\text{F}} + H_{в}$, дБ, яку з'єднують з точкою F. Величину поправки $H_{в}$, дБ, визначають відповідно до таблиці 7 [17] в залежності від ширини проміжку, що заповнений ватою $d_{в}$.

$d_{в}$ =100 мм

$H_{в}$ =26 дБ

R_K =41.5 дБ ($f_K = 800\,Гц$)

Від точки К проводять відрізок KL з нахилом 4,5 дБ на октаву(1.5 дБ на третьоктаву) до частоти $f_{\text{В}}$ (паралельно допоміжній лінії А1В1).

R_L =55 дБ ($f_L = 6300\,Гц$)

Перевищення ординати відрізка KL над ординатою допоміжної кривої $A_1B_1C_1$ являє собою поправку ΔR_2 , дБ, на вплив проміжку вати (для діапазону частот вище від $8\,f_{\text{Р}}$).

ΔR_2 =8.5 дБ

Від точки L до частоти $1{,}25\,f_{\text{В}}$ (до наступної середньогеометричної частоти 1/3 октавної смуги) проводять горизонтальний відрізок LM. На частоті $f_{\text{С}}$ визначають точку N шляхом додавання до величини ординати допоміжної

лінії $A_1B_1C_1$ поправки ΔR_2 (тобто, $R_N = R_C + \Delta R_1 + \Delta R_2$) і з'єднують її з точкою М.

R_M =55 дБ ($f_M = 8000\,Гц$)

R_N =47 дБ ($f_N = f_C = 10.000\,Гц$)

На частотах $f \geq 1,6\,f_P$ звукоізоляція даної конструкції збільшується додатково на величину поправки ΔR_4, дБ, яку визначають відповідно до таблиці 8 [17].

Матеріал заповнювача – базальтова вата

Заповнення проміжку між обшивками - 50 % – 100 %

ΔR_4=5 дБ

При побудові частотної характеристики звукоізоляції на частоті $f = 1,6\,f_P$ (на дві 1/3 октавні смуги вище від частоти резонансу) визначають точку Q з ординатою на величину ΔR_4 вищою від точки, яка лежить на відрізку FK, і з'єднують її з точкою F.

R_Q =26,3 дБ ($f_Q = 160\,Гц$)

Потім від точки Q частотну характеристику будують паралельно частотній характеристиці звукоізоляції конструкції з незаповненим повітряним проміжком.

Ламана лінія $A_1EFQK_1L_1M_1N_1$ на рисунку 3.23 та значеннями у таблиці 12, являє собою частотну характеристику ізоляції повітряного шуму R, дБ, даною огороджувальною трьохшаровою конструкцією, при заповненні проміжку між обшивками звукопоглинальним матеріалом, в даному випадку базальтовою ватою.

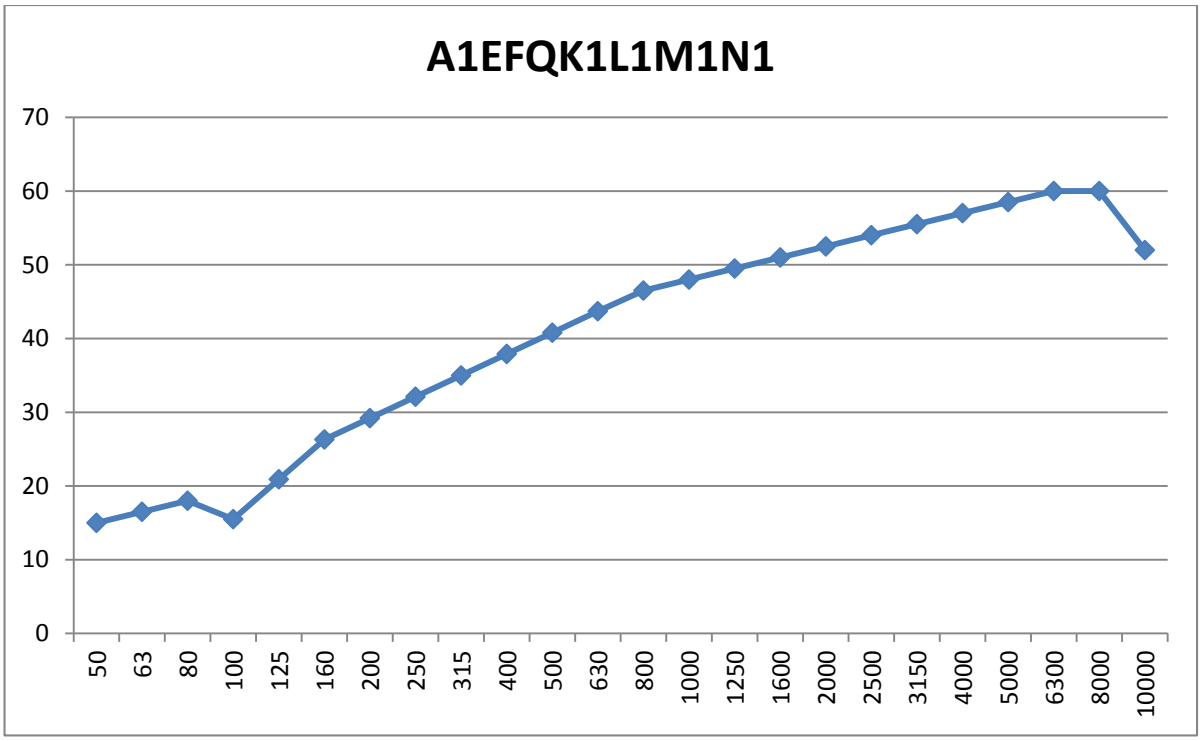


Рис.3.23. Графік звукоізоляції огороджувальною трьохшаровою конструкцією, при заповненні проміжку між обшивками звукопоглинальним матеріалом

Таблиця 12. Значення звукоізоляції огороджувальною трьохшаровою конструкцією, при заповненні проміжку між обшивками звукопоглинальним матеріалом, в третьоктавній смузі частот.

f ,Гц	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
$R_{свс}$, дБ	15	16.5	18	15.5	20.9	26.3	29.2	32.1	35	37.9	40.8	43.7

800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000
46.5	48	49.5	51	52.5	54	55.5	57	58.5	60	60	52

Перейдемо до значень в октавних смугах за допомогою формули виду:

$$R_{окт} = -10\lg(\sum_{i=`}^{3}\frac{10^{-0.1R_i}}{3})$$

Значення внесемо у таблицю 13.

Таблиця 13. Значення звукоізоляції огороджувальною трьохшаровою конструкцією, при заповненні проміжку між обшивками звукопоглинальним матеріалом, в октавній смузі частот.

f ,Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$R_{свс}$, дБ	16.3	18.9	31.5	40.2	47.8	52.3	56.8	55.6

Всі отримані данні, для різних матеріалів конструкції, зведемо в таблицю 14, та порівняємо ці значення з розрахованою ефективністю шумозахисного екрану в нормованому діапазоні частот 63 – 8000 Гц, значення якої наведено у Додатку Б.

Таблиця 14. Розрахункова ефективність та значення звукоізоляції різних видів конструкцій

f ,Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$R_{екрану}$, дБ	15	17	21	23	27	29	32	35
$R_{цегли}$, дБ	36.5 21.5	36.5 19.5	37.2 16.2	43.5 20.5	51 24	58.2 29.2	60 28	60 25
$R_{оргскло}$, дБ	23.3 8.3	27.8 10.8	32.3 11.3	35.6 12.6	31.5 4.5	37 8	44.5 12.5	52 17
$R_{сталь}$, дБ	9.8 -5.2	14.3 -2.7	18.8 -2.2	23.3 0.3	27.8 0.8	32.3 3.3	36.8 4.8	34.8 -0.2
$R_{сталь-вата-сталь}$, дБ	16.3 1.3	18.9 2.9	31.5 10.5	40.2 17.2	47.8 20.8	52.3 23.3	56.8 24.8	55.6 20.6

Примітка: в знаменнику показано значення різниці між звукоізоляцією певної конструкції та розрахованої ефективності екрану.

Для вибору матеріалу шумозахисного екрану, за технічними особливостями, звукоізоляція конструкції екрана повинна бути такою, щоб рівень звуку, що пройшов в розрахункову точку крізь стінку екрана, був меншим на 15 дБ, від рівня звуку, який надходить в дану точку, огинаючи верхнє ребро екрана. Іншими словами, звукоізоляція конструкції екрана повинна бути на 15 дБ більшою від його акустичної ефективності в даній розрахунковій точці.

Згідно з даними у таблиці 14, різниця у 15 дБ та виконання потребуючих правил, ми бачимо, що найбільш сприятливими матеріалами та конструкціями є цегляна кладка шириною 125 мм, та сандвіч-панель с листів металу та вати. Причому ми бачимо, що для цегляної стінки звукоізоляція перевищує ефективність екрану на 15 дБ у всьому нормованому діапазоні частот. В той же час конструкція з листів сталі та базальтової вати, на низьких частотах(63, 125, 250 Гц) не відповідає данним потребуючим нормам.

Проте, згідно з конструктивними особливостями, побудова цегляної стінки висотою у 8 метрів, вважається технічно складною та досить ненадійною, хоч для цього випадку звукоізоляція такої конструкції є підходящою.

Отже, при виборі матеріалу та конструкції шумозахисного екрану зупинимось на сандвіч-панелі виду сталь-базальтова вата-сталь. Причому, для того, щоб розрахункова ефективність відповідала нормам, та для підвищення звукоізоляції на низьких частотах, збільшимо ширину листів металу з 1 мм до 1.5 мм, що приведе до бажаного результату.

Причому перший лист сталі, який знаходиться ближче до території з надмірним шумом, виконується перфорованим (Рис.3.24), для досягнення максимальної ефективності такої конструкції.

При такій побудові звук одразу потрапляє на базальтову вату, чим і досягається висока ефективність, за рахунок збільшеного коефіцієнту звукопоглинання.

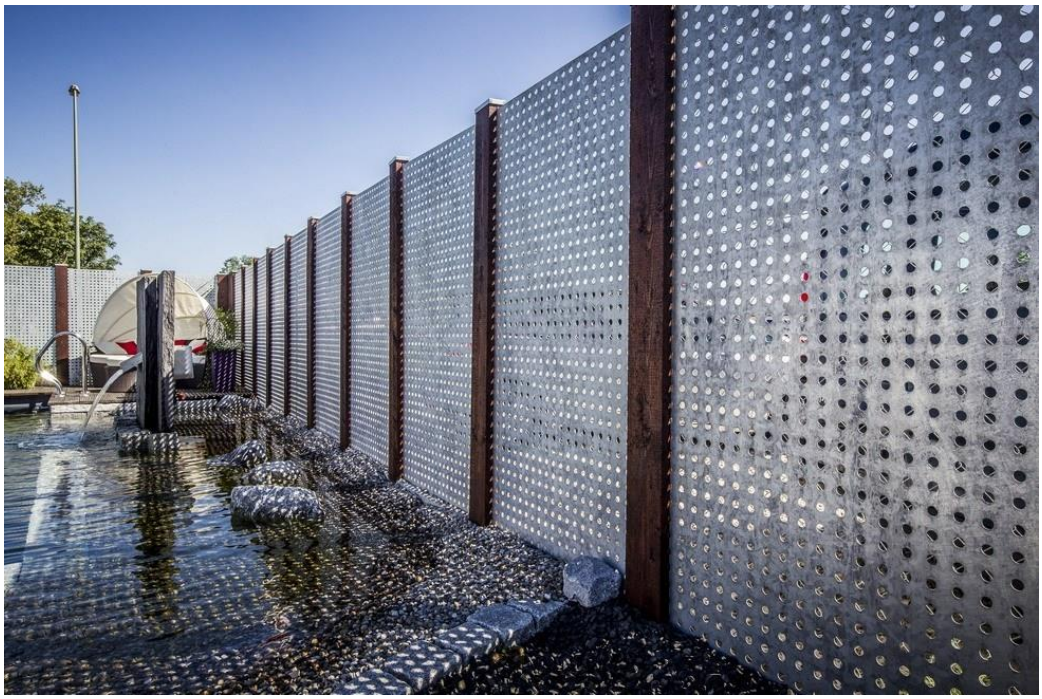


Рис.3.24. Приклад перфорованого листа зі сталі

3.2 Висновок до 3 розділу

1. У даному розділі було обрано три різні варіації матеріалів та шарів шумозахисних екранів:
   - екран з одного шару цегляної кладки, товщиною 125 мм;
   - екран з двох шарів сталі, товщиною 1 мм та шару звукопоглинального матеріалу між ними - базальтової вати, товщиною 100 мм;
   - екран з одного шару оргскла, товщиною 35 мм;
2. Розраховано звукоізоляцію вищезгаданих конструкцій.
3. Проведено порівняння звукоізоляції обраних конструкцій з ефективністю шумозахисних екранів, що була отримана з вимірювання на проекті та наведена у додатку А
4. Прийнято та обґрунтовано рішення застосування конструкції екрану в виді сандвіч панелі з двох шарів сталі, товщиною 1.5 мм та шару звукопоглинального матеріалу між ними - базальтової, товщиною 100 мм. Причому перший лист сталі, який знаходиться ближче до території з надмірним шумом, виконується перфорованим.

РОЗДІЛ 4. РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП ПРОЕКТУ

Стартап-проекти призвані вирішувати проблеми та задачі, які з часом вдається вирішити завдяки використанню технічного прогресу, можливостей та новітніх розробок.

Метою розділу є формування інноваційного мислення, підприємницького духу та формування здатностей щодо оцінювання ринкових перс-пектив і можливостей комерціалізації основних науково-технічних розро-бок, сформованих у попередній частині магістерської дисертації у вигляді розроблення концепції стартап-проекту в умовах висококонкурентної ри-нкової економіки глобалізаційних процесів.

В даному розділі магістерської дісертації буде виконано перший етап розроблення стартап-проекту, а саме маркетинговий аналіз. В межах цього етапу необхідно :

- розробити опис самої ідеї проекту та визначити загальні напрями використання потенційного товару чи послуги, а також їх відмінність від конкурентів;
- проаналізувати ринкові можливості щодо його реалізації;
- на базі аналізу ринкового середовища розробити стратегію ринкового впровадження потенційного товару в межах проекту [19].

4.1. Опис ідеї проекту

Таблиця 15. Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Ідея стартап-проекту полягає в створенні шумозахисного екрану стінки, для захисту територій від небажаного шуму	1. Розробка обладнання для шумозахисту жилих територій та житлових приміщень	Зниження рівня шумів до санітарних вимог та зменшення шумового забруднення територій

Таблиця 16. Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

№ п/п	Техніко-економічні характеристики ідеї	Товари/концепції конкурентів			W (слабка сторона)	N (нейтральна сторона)	S (сильна сторона)
		Мій проект	Allbiz	Euroformat-road			
1.	Доступ до ресурсів	Обмежений	Необмежений	необмежений	Використання малої кількості матеріалів виготовлення для порівняння характеристик звукоізоляції	Розроблено основні рекомендаціїї щодо конструктивних рішень	Результати отримані при розрахунках повністю задовольняють санітарні норми та вимоги щодо ефективності екрану
2.	Постійні витрати	Незначні	Значні	Значні	Розглянуто лише доступні матеріали, які можна поліпшити або вдосконалити у	Потрібні затрати на можливе вдосконалення проекту в подальшій розробці та	Досі витрат на побудову не було, а отримані данні є достовірними.

					ході побудови та розробки данного екрану	виготовленні.	
3.	Орієнтована ціна	$30000	$40000	$50000	При виготовленні, побудові та роботах по встановленню затрати можуть коливатися, але не у великих межах	Представлена змога обрання матеріалів для розробника, час встановлення та працівників, що може знизити загальну вартість побудови	Ціна є найнижчою на ринку

4.2. Технологічний аудит ідеї проекту

Таблиця 17. Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	Розроблення основних вимог, параметрів конструкції та особливостей побудови	Теоретичний розрахунок, з подальшою візуалізацією на схемах та рисунках	Наявна	Доступна
2	Розроблення конструкції та обрання задовольняючого матеріалу для побудови	Теоретичний розрахунок, підтверджений практичними вимірюваннями	Наявна	Доступна
3	Розроблення	Реальна побудова	Наявна	Потребує

	шумозахисного екрану для захисту територій від шуму	та зведення екрану на певній території		доробки
Обрана технологія реалізації ідеї проекту: Буде розроблена теоретична конструкція шумозахисного екрану для захисту територій від надмірних шумів. Надані основні рекомендації щодо конструкції екрану, його особливостей, параметрів та схеми побудови на території. Надано основні рекомендації та порівняльні характеристики основних матеріалів для виготовлення екарну, які в подальшому можна лише змінювати та вдосконалювати.				

4.3. Аналіз ринкових можливостей запуску старпат-проекту

Таблиця 18. Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№ п/п	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	2
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	100000
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Немає
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Є
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	25%

Таблиця 19.Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
1	Шумове забруднення	Підприємства (заводи, фабрики), приватні особи, розважальні заклади	Відношення до товару, соціальний статус клієнта, об’єм купівлі	Не допускати будь-яких видів пошкоджень екранів

Таблиця 20.Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Ефект масштабу	Можливість зростання обсягу інвестицій, який доведеться вкласти новій компанії(проекту) для проведення досліджень та розширення бази, та, щоб закріпитися на ринку та стати широковживаним у цільових аудиторіях	Або зменшення масштабів досліджень, або зменшення собівартості продукції
2	Патенти	Можливість розроблення вже запатентованих ідей, та повторення етапів з конкуруючими ідеями	Дослідження патентів в даній галузі
3	Відомий бренд	Можливість важкого подолання бар'єру при боротьбі з вже існуючими компаніями	Поширення інформації про переваги даного проекту на ряду з вже існуючими

Таблиця 21.Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1	Зниження цін на елементи виготовлення шумозахисних екранів, його складових та матеріалів	Буде знижена ціна на безпосереднє виготовлення шумозахисних екранів, що може привести до збільшення попиту на таку продукцію	Збільшення обсягів досліджень, покращення якості та всебічне вдосконалення продукції
2	Можливість розширення ринку та експорт обладнання, елементів та	Через низьку ціну на елементні частини та виготовлення шумозахисних екранів можливе	Покращення якості та кількості товарів і послуг в цій сфері, можливе співробітництво з більшими, іменитими у цій галузі

	матеріалів	збільшення попиту і за кордоном, оскільки фінансування, що виділяється за кордоном на проблеми такого роду, значно перевищує українські інвестиції у цю галузь. А при покращенні якості та низькій ціні, така можливість дуже вірогідна	компаніями, обмін знаннями та технологіями для оптимізації товарів та поліпшення конструктивних особливостей.

Таблиця 22.Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1. Вказати тип конкуренції - олігополія	На ринку існує три основні фірми	Орієнтуватися на ринок України та Європи
2. За рівнем конкурентної боротьби - локальний	Головні конкуренти знаходяться на ринку Європи	Орієнтуватися на ринок України та Європи
3. За галузевою ознакою - внутрішньогалузева	Конкуренція відбувається між компаніями однієї галузі	Покращувати якість, не збільшуючи ціну
4. Конкуренція за видами товарів - товарно-видова	Конкуренція відбувається між компаніями, які розроблюють однакові продукти, але при різному відношенні ціна/якість	Зберігати тенденцію на збільшення якості
5. За характером конкурентних переваг - цінова	Головним критерієм конкуренції наразі є ціна на продукцію	Внести конкуренцію за якістю
6. За інтенсивністю - не марочна	Одним з головним критерієм конкуренції є якість	Внести конкуренцію за ціною

Таблиця 23.Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
Складові аналізу	Euroformat-road, Allbiz	Ефект масштабу, патенти	Продукція постачальника посідає важливе місце у виробництві даної галузі	Кількість споживачів, доступність інформації для споживачів	Товари замінники не існують
Висновки:	Конкурентна боротьба велика в основному на ринку Європи	- Є велика можливість входу на ринок України та в подальшому на ринок Європи; - Потенційні конкуренти є на ринку Європи;	Постачальники не диктують умови на ринку	Головним критерієм для клієнтів є найкраще співвідношення ціна-якість. Проте в цій галузі дуже важливим критерієм є також досвід. В Україні споживачі мало проінформовані про такі можливості.	Є обмеження для роботи на ринку через товари та послуги замінники.

Таблиця 24. Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1	Низька ціна	Через низьку ціну можливий великий попит, що дасть можливість розвиватися далі, підвищуючи якість не змінюючи ціну
2	Відношення ціна/якість	За рахунок відношення ціна/якість можна заволодіти часткою ринку як в Україні так і за кордоном

Таблиця 25. Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні зі стартап-проектом						
			–3	–2	–1	0	+1	+2	+3
1	Низька ціна	17	Euroformat-road,	Allbiz					
2	Відношення ціна/якість	13				Euroformat-road, Allbiz			

Таблиця 26. SWOT- аналіз стартап-проекту

Сильні сторони: Низька ціна	Слабкі сторони: Новачок на ринку
Можливості: Зайняти місце на ринку України, а з часом Європи	Загрози: Патентні суперечки

Таблиця 27. Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

№ п/п	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1	Конкурент	Середня	1 рік

4.4. Розроблення ринкової стратегії проекту

Таблиця 28. Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	Підприємтсва та розважальні комплекси	Готові	Великий	Низька	Середня
2	Приватні особи	Готові	Середній	Висока	Середня
Які цільові групи обрано: в якості цільової групи обрано підприємтсва та у виключних випадках - приватні особи					

Таблиця 29. Визначення базової стратегії розвитку

№ п/п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
1	За цільову групу обрано підприємства та розважальні комплекси	Концентрований маркетинг	Низька ціна на виріб, гарантійне та пост гарантійне обслуговування	Стратегія спеціалізації
2	Обрано весь ринок, включаючи приватних осіб	Масовий маркетинг	Відношення ціна/якість, гарантійне обслуговування	Стратегія лідерства по витратах

Таблиця 30. Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№ п/п	Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару	Стратегія конкурентної поведінки*

		забирати існуючих у конкурентів?	конкурента, і які?	
1	Не є, в Україні	Пошук нових споживачів	Ні	Стратегія конкурентноспроможності на ринку
2	Не є, в Європі та США	Переважно пошук нових споживачів	Так, якщо це стосується покращених елементів кріплення	Стратегія конкурентноспроможності на ринку

Таблиця 31. Визначення стратегії позиціонування

№ п/п	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
1	Низька ціна, висока якість та надійність конструкції	Стратегія спеціалізації	Ціна виробу буде нижче ніж у конкурентів, гарантійна та пост гарантійна підтримка здійснюється за необхідністю	Відношення ціна/якість, підтримка споживачів та подальше вдосконалення
2	Якість звукоізоляції, ціна	Стратегія лідерства по витратам	Ціна виробу буде нижче ніж у конкурентів.	Якість звукоізоляції не буде визначатися ціною.

4.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Таблиця 32. Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№ п/п	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити
1	Спрощення розробки складових частин	Зниження ціни	Основною перевагою серед конкурентами є низька ціна. Також, за необхідності, обов’язкова гарантійна та пост гарантійна підтримка.

	шумозахисного екрану		
2	Спрощення розробки елементів кріплення, вдосконалення конструкції	Зниження ціни	Низька ціна на товар,за необхідності, гарантійна та пост гарантійна підтримка.

Таблиця 33. Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові		
I. Товар за задумом	Продукт використовується для звуко- та шумоізоляції		
II. Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики	М/Нм	Вр/Тх/Тл/У/Ор
	1. Рівень звукоізоляції 2. Ефективність 3. Геометричні розміри 4. Кількість шарів	М М М М	Тх Тх Тл Тл
	Якість: висока		
	Пакування: потребує пакування при транспортуванні		
	Марка: Anti strepitus inc. Назва товару: Anti strepitus		
III. Товар із підкріпленням	Гарантія якості		
	Підтримка користувача		
За рахунок чого потенційний товар буде захищено від копіювання: особиста (персональна) ліцензія.			

Таблиця 34. Визначення меж встановлення ціни на обладнання

№ п/п	Рівень цін на товари-замінники	Рівень цін на товари-аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
1	> $30000	> $40000	$7000-70000/міс	$20000-35000
2	> $40000	> $50000	$20000-200000/міс	$25000-40000

Таблиця 35. Формування системи збуту

№ п/п	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
1	Оптові закупівлі	Транспортування, поділ	без посередників	Традиційна

Таблиця 36. Концепція маркетингових комунікацій

№ п/п	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
1	Консерватор	Конференції, виставки	Якість , ціна	Показати переваги технології	Демонстрація якості та надійності практичного застосування технології
2	Нерішучий	Інтернет, телебаченя, реклама	Ціна	Ознайомити клієнтів з існуючою технологією	Враження клієнта новизною технології

4.6. Висновок до 4 розділу

Представлена послуга та товар не є новими на світовому та українському ринках. Для входу на ринок знадобиться час, оскільки потрібен реальний досвід та широкі дослідження перед виходом у світ. Цільова група з часом буде тільки збільшуватися, оскільки кількість людей, що страждають від шумового забруднення, кожен рік зростає.

Досить великою проблемою у розвитку цієї галузі є погана поінформованість та платоспроможність жителів України. Проте, орієнтуючись спочатку на цільові великі організації та підприємтсва, продукт з часом може розвиватись, паралельно підвищуючи попит і фізичних осіб.

Оскільки технологія виготовлення та матеріали шумозахисних екранів закордоном є дорожчими, ніж на українському ринку, то за рахунок розвитку,вдосконалення конструкції та збільшення відношення якість-ціна з часом, можна буде отримати попит на міжнародній арені. В результаті чого, будуть збільшені обсяги експорту.

Через низьку ціну та відношення ціна/якість, у порівнянні з вже відомими брендами у цій галузі, проект є достатньо конкурентоспроможним.

Проект має перспективу і у інших напрямках, є можливість розвиватися у напрямку шумоізоляції не тільки застосовуючи шумозахисні екрани, а і методи індивідуального захисту від шуму .

ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК

Кожного року питанням екології в світі приділяється все більше уваги. Серед них одним із найбільш проблемним є питання зниження шуму на місцях постійного перебування людей, особливо у нічний час доби.

У даній дисертації, було вирішено актуальне питання щодо розробки акустичного проекту шумозахисного екрану для зниження шуму створюваного відкритим майданчиком клубу «Park Residence» за адресою: м. Одеса, Французький бульвар 58/1.

Зниження рівня небажаних шумів на житлових територіях забезпечується різноманітними способами, у тому числі архітектурно-акустичними. Проте, практика боротьби з шумом, та розвиток галузі шумозахисту територій показує, що ефективним та якісним колективним засобом захисту є акустичні екрани, що встановлюються навколо джерела небажаного звуку.

Проведено розрахунки шумової характеристики створюваного джерелом надмірних шумів, та побудовані карти шуму на прилеглій житловій території.

За результатами розрахунків визначено житлові території навколо резиденції з наднормованими рівнями шуму. В зв'язку з цим запропоновано місце та місце встановлення шумозахисного екрану навколо клубу (рис.2.15) – як дієвого, і єдино можливого засобу зниження шуму, в даній ситуації.

За результатами акустичних розрахунків визначено геометричні параметри екранів, надано вимоги щодо акустичних характеристик конструкції екрану і запропоновано базові конструкції та матеріали, що задовольняють вимогам по нормуванню рівнів шуму на території.

За результатами дисертації було розроблено орієнтовні конструктивні особливості та параметри шумозахисного екрану:

- Орієнтовна довжина екрану навколо резиденції – 150 метрів
- Висота шумозахисного екрану – 8 метрів
- Тип екрану та матеріли – сандвіч панель виду сталь – базальтова вата- сталь, з відповідною товщиною листів 1.5мм – 100мм – 1.5 мм, причому перший лист сталі, який знаходиться ближче до території з надмірним шумом, виконується перфорованим. (коефіцієнт перфорації не нижче 30%).

- Тип кріплення - кріплення у вигляді стійки виконано двутавром 30 см. Відстань між стійками – орієнтовно 3 метра
- Рекомендовано 2 панелі зробити з роз'ємами під вхід до резиденції. Орієнтовні розміри входу: Висота – 3 метри, ширина – 2 метри. Роз'єми – наскрізні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Тэйлор Р. Шум. Пер. с англ. Д. И. Арнольда — М. : Мир, 1978. — 308 с.
2. Шестопалова Л. М. Основи безпеки життєдіяльності. -К.: Юрінком Інтер, 2001. — 96 с.
3. Кудряшов С. Негативное воздействие шума : Режим доспупу до ресур. : http://www.arbyte.ru/pdf/noise_hurt.pdf
4. Шишелова Т. И. Влияние шума на организм человека / Т. И. Шишелова, Ю. С. Малыгина, Нгруен Суан Дат // Успехи современного естествонания — 2009. — № 8. — С. 14 – 15.
5. Шум і мікроклімат. Їх вплив на організм людини: Режим доступу до ресур.: http://shkola.ostriv.in.ua/publication/code-E7D736C35252
6. ДБН В.1.1-31:2013. Захист територій, будинків і споруд від шуму. 2014—Київ: Мінрегіон України, 2014.—54 с.
7. Noise and Health – Part 7: Night noise effects / Shaylynn W Smith, Amanda J Ortmann, William W Clark// NH. Acoust. — 2013. — Vol. 14. — P. 119 – 133.
8. Дія шуму і вібрації на організм людини: Режим доступу до ресур.: https://sites.google.com/a/chnu.edu.ua/b_skip/-2/elearning/noise
9. Дидковский В.С. Направленные свойства зогнутих линейных массивов излучателей звука / В.С. Дидковский, С.А. Лунева, В.П. Заец // Электроника и связь. – 2011. – №4(63). –С. 159–163.
10. Г.И. Евгеньев. Применение шумозащитных экранов на автомобильных дорогах США *:* Режим доспупу до ресур. : http://www.masstar.ru/shumozashchitnye-ekrany/stati-i-dokumenty/sbarriersusa/
11. Дорожное оборудование. — Еврофомат : Режим доступа к ресур.: http://euroformatroad.com/images/DO/pdf/doroga.pdf
12. Будівельні матеріали. Матеріали та вироби будівельні звукопоглинальні і звукоізоляційні. Класифікація й загальні технічні вимоги: ДСТУ Б.В.2.7-

183:2009 [Чинний від 2010–08–01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2010. – 40 с. – (Національні стандарти України).

13. Fujiwara K., Furuta N. Sound shielding efficiency of a barrier with a cylinder at the edge //Noise control engineering journal. – 1991. – Т. 37. – №. 1. – С. 5-11.
14. СНиП II–12–77 Стрительные нормы и правила. Часть II. Нормы проектирования. Глава 12. Защита от шума. — М. : Изд-во стандартов, 1977. — 64 с.
15. СН 3077 – 84 Санитарные нормы допустимого шума в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки . — М. : Изд-во стандартов, 1984. — 18 с.
16. ГБН В.2.3-37641918-556:2015 «Автомобільні дороги. Споруди шумозахисні. Вимоги до проектування.» 2015—Київ: Міністерство інфраструктури України, 2015.—30 с
17. ДСТУ-Н Б В.1.1-34:2013 Настанова з розрахунку та проектування звукоізоляції огороджувальних конструкцій житлових і громадських будинків: ДСТУ-Н Б В.1.1-34:2013. – Видання офіційне. – К.: Мінрегіон України, 2014 – 112 с.
18. Акустический проект помещения. Методические указания к курсовой работе по дисциплине «Акустика»/ Сост.: Белоус Е.С., Бескоровайный Б.М., Галаненко В.Б., Гринченко В.Т., Карновский М.И., Шоцкий Б.И. – Киев: КПИ, 1985. – 68 с.
19. Розроблення стартап-проекту [Електронний ресурс] : Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей / За заг. ред. О.А. Гавриша. – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 28 с

ДОДАТОК А

Розрахункові спектральні рівні звукового тиску в нормованому діапазоні частот 63 – 2000 Гц

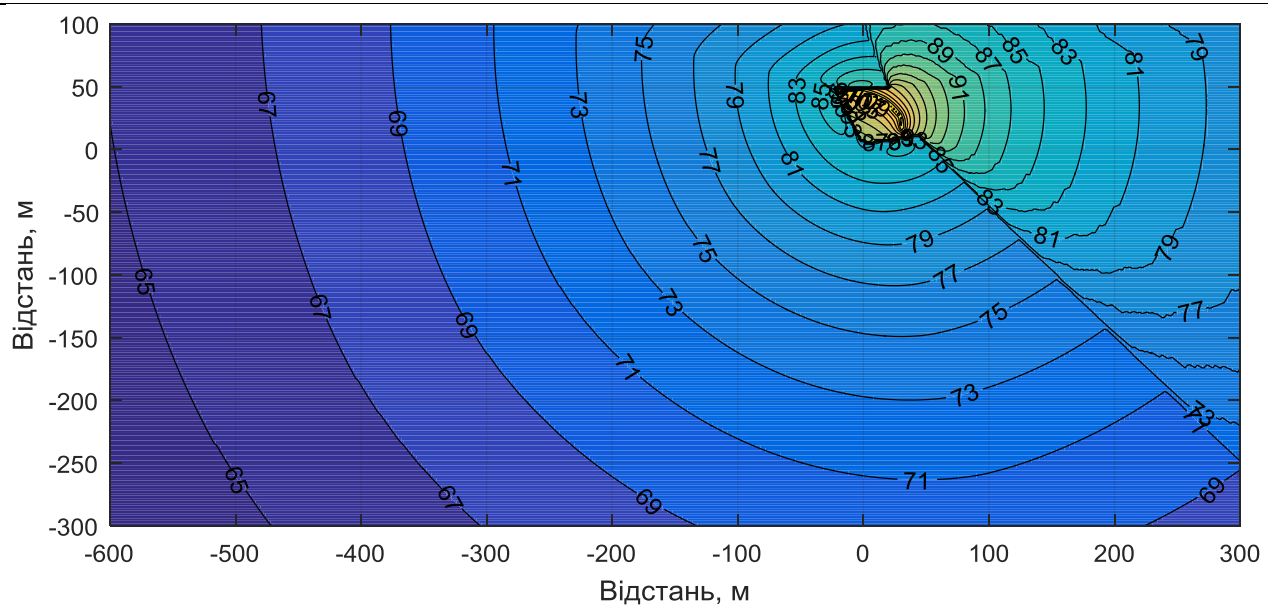


Рисунок А.1 – Розрахункові рівні звукового тиску на сельбіщній території при застосуванні шумозахисного екрану №3 на частоті **63 Гц**

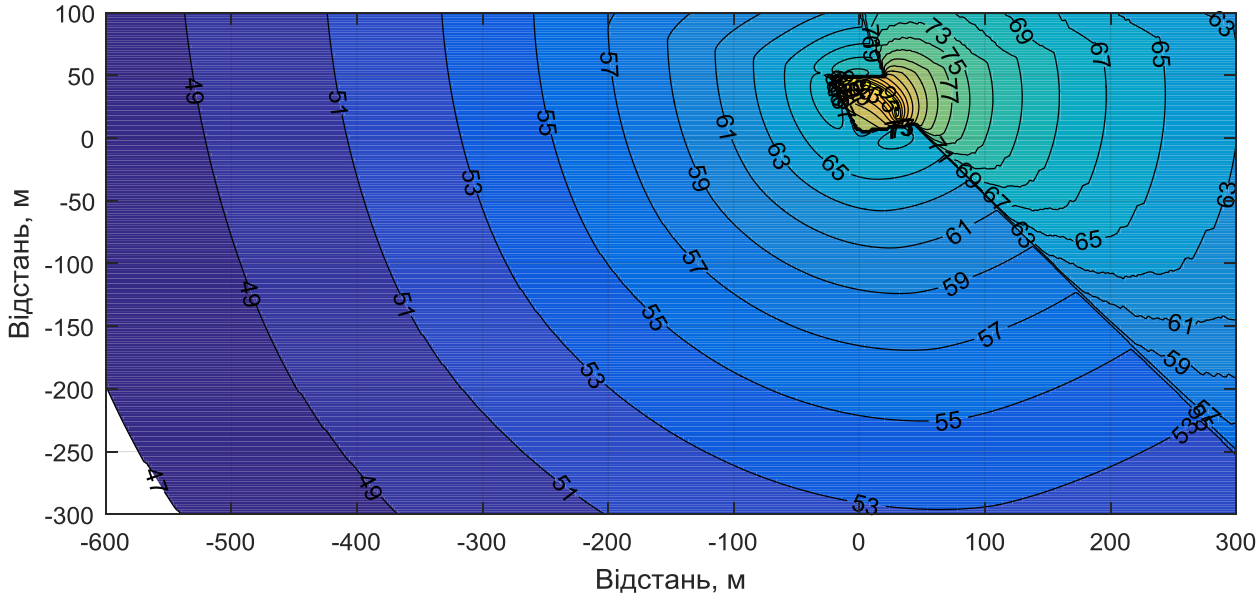


Рисунок А.2 – Розрахункові рівні звукового тиску на сельбіщній території при застосуванні шумозахисного екрану №3 на частоті **125 Гц**

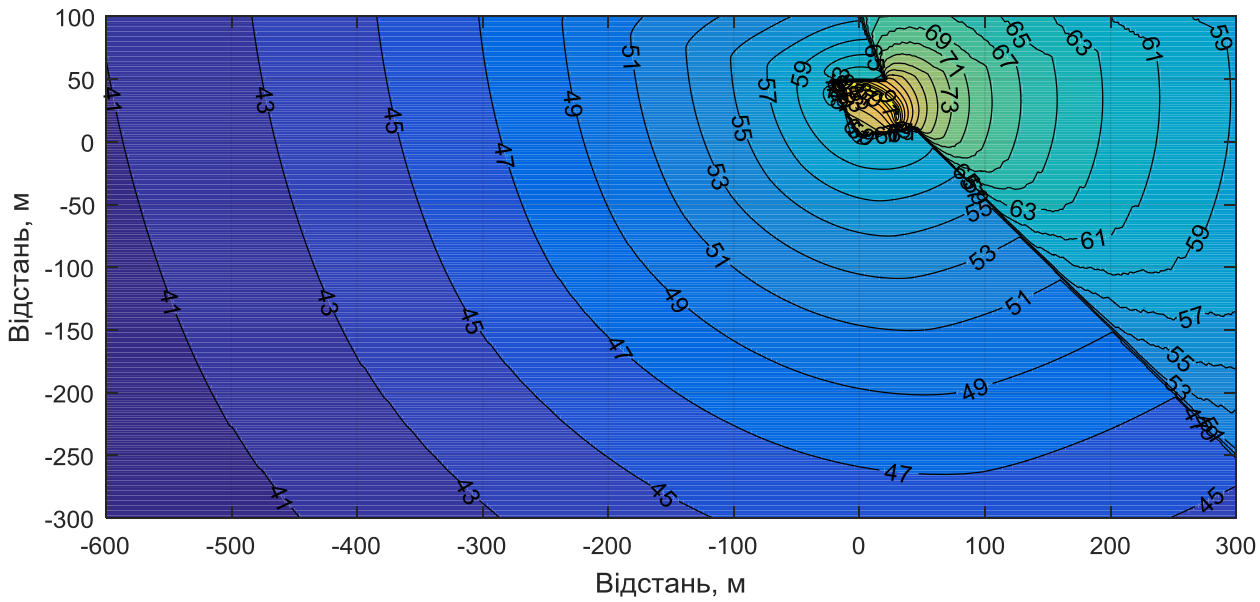


Рисунок А.3 – Розрахункові рівні звукового тиску на сельбіщній території при застосуванні шумозахисного екрану №3 на частоті

250 Гц

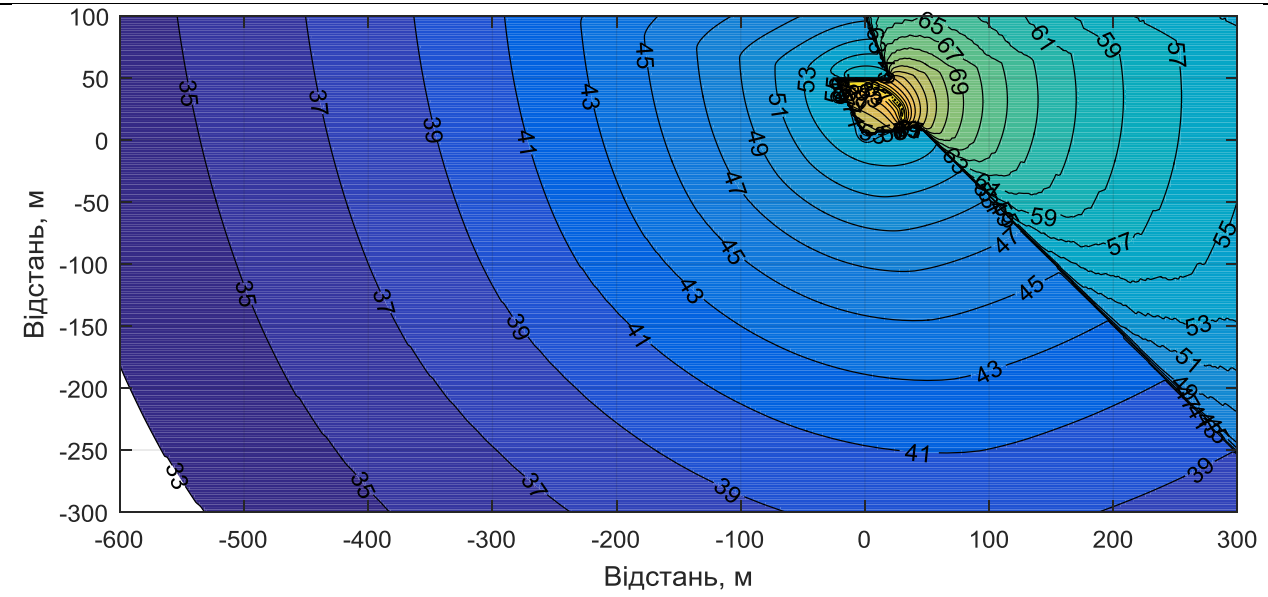


Рисунок А.4 – Розрахункові рівні звукового тиску на сельбіщній території при застосуванні шумозахисного екрану №3 на частоті

500 Гц

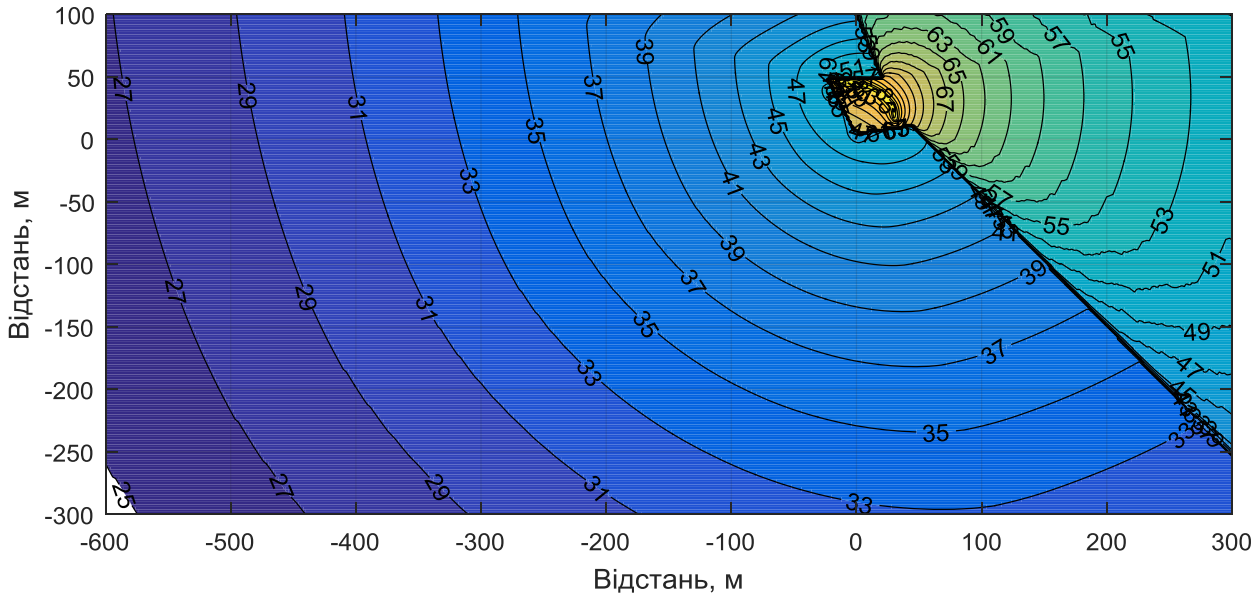


Рисунок А.5 – Розрахункові рівні звукового тиску на сельбіщній території при застосуванні шумозахисного екрану №3 на частоті

1000 Гц

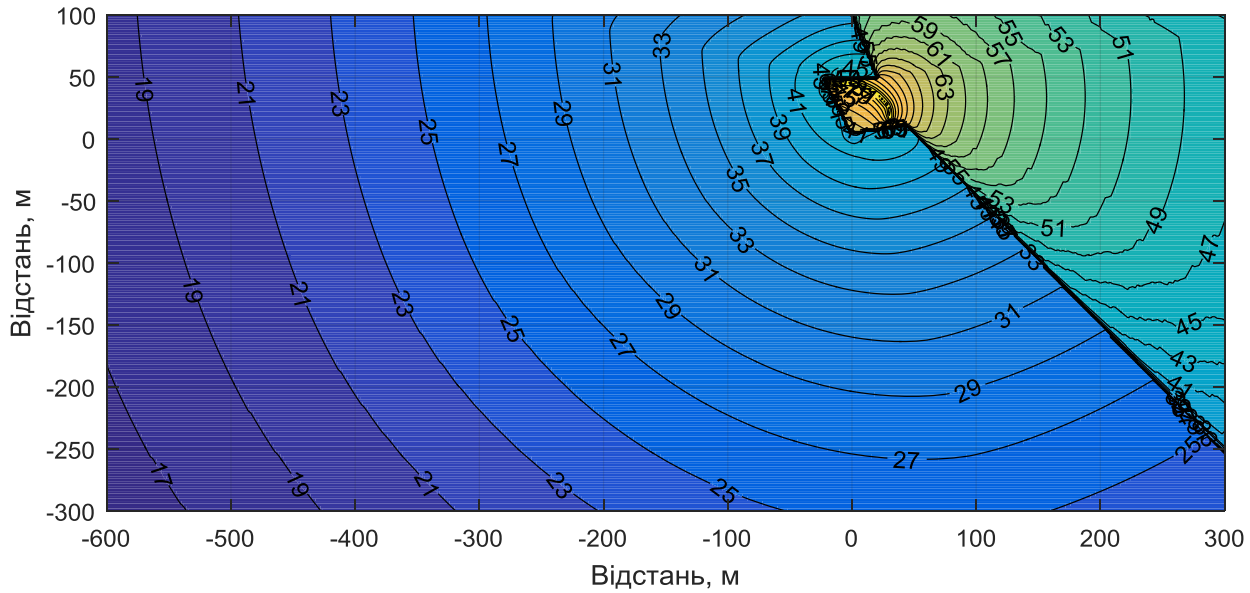


Рисунок А.6 – Розрахункові рівні звукового тиску на сельбіщній території при застосуванні шумозахисного екрану №3 на частоті

2000 Гц

ДОДАТОК Б

Розрахункова ефективність екрану висотою 8 м в нормованому діапазоні частот 63 – 2000 Гц

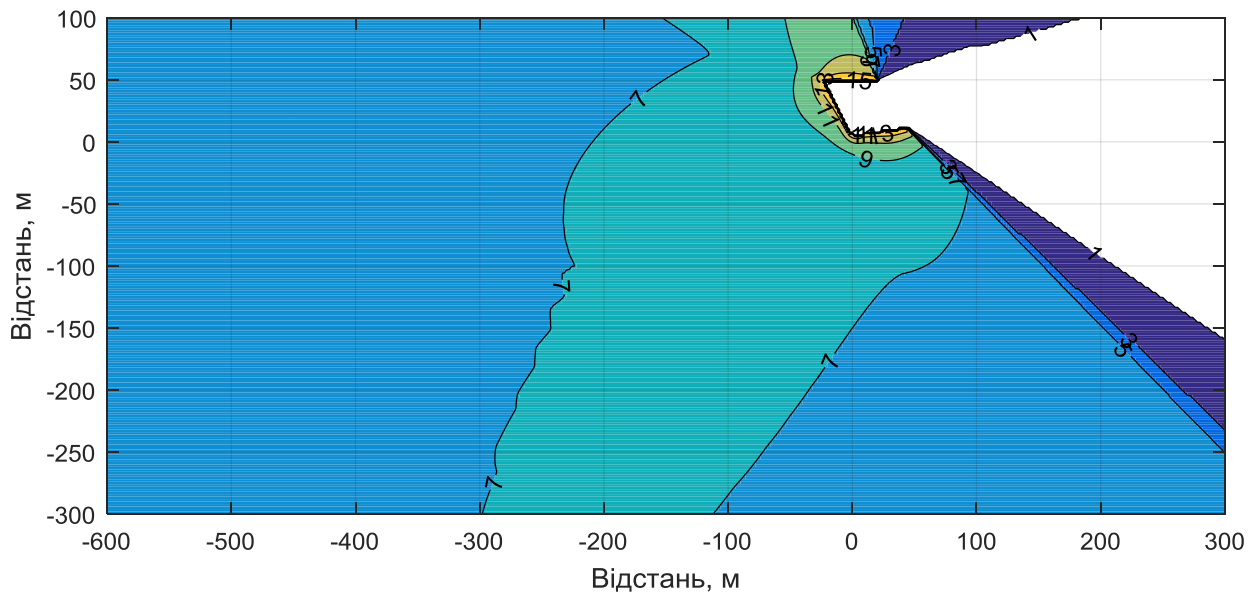


Рисунок Б.1 – Розрахункова ефективність шумозахисного екрану №3 на частоті **63 Гц**

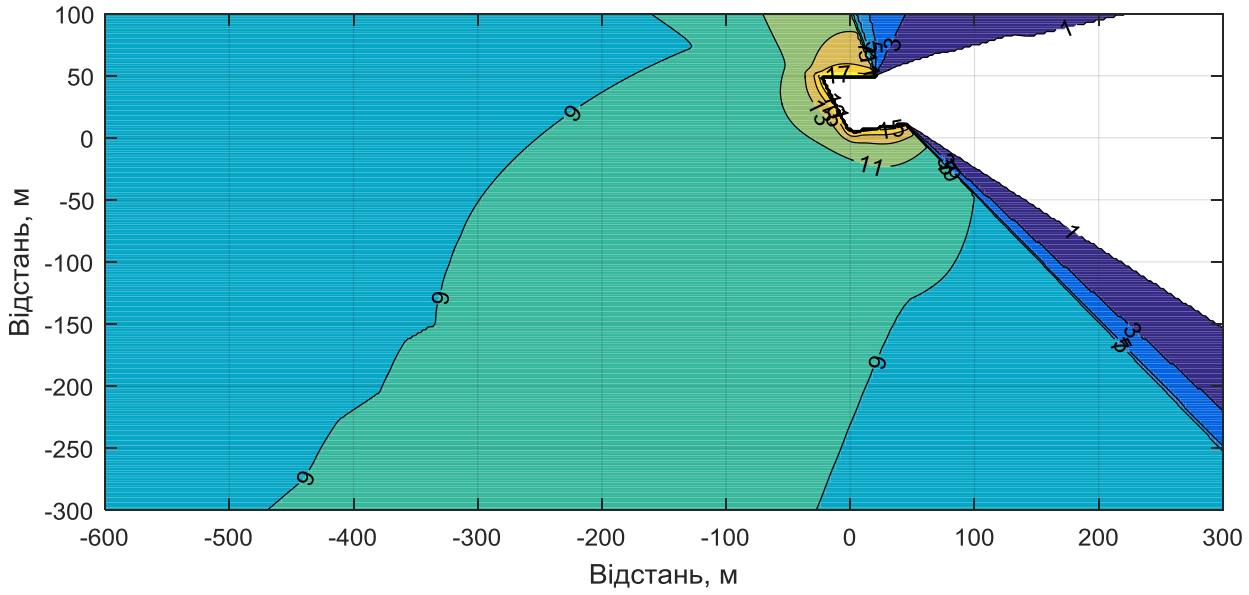


Рисунок Б.2– Розрахункова ефективність шумозахисного екрану №3 на частоті **125 Гц**

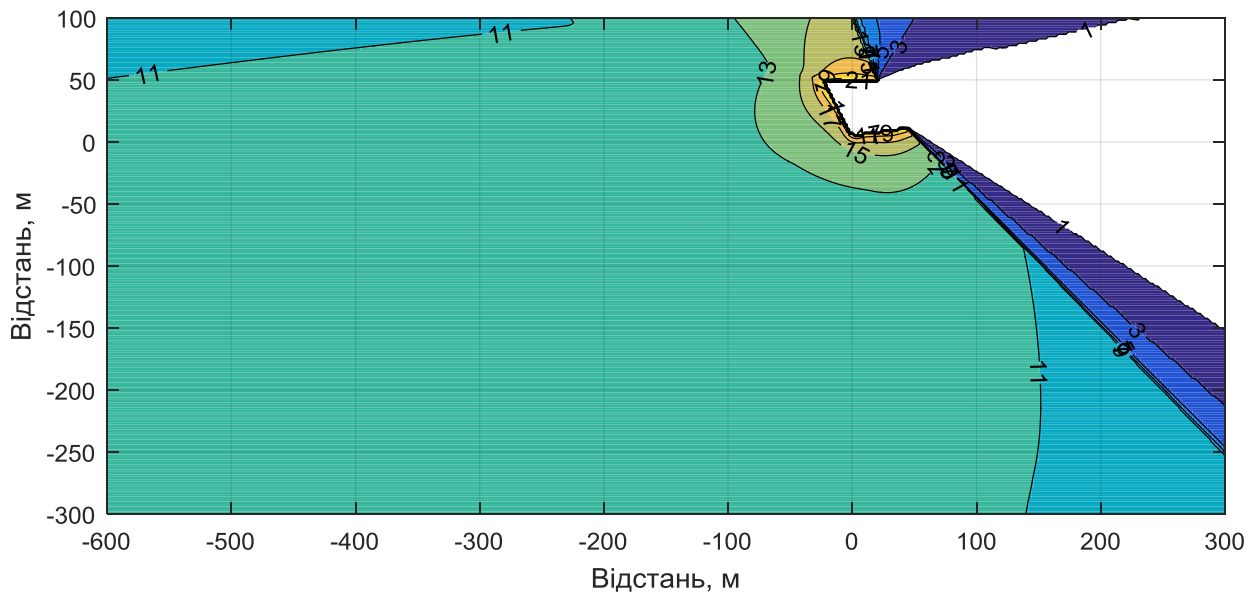


Рисунок Б.3 – Розрахункова ефективність шумозахисного екрану №3 на частоті **250 Гц**

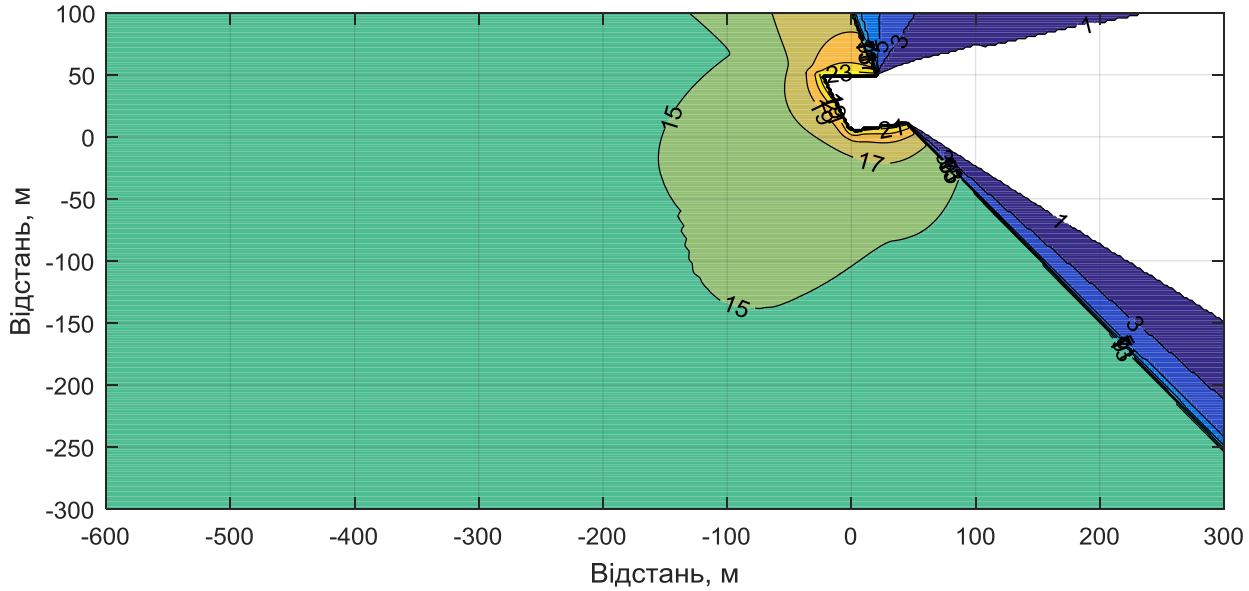


Рисунок Б.4 – Розрахункова ефективність шумозахисного екрану №3 на частоті **500 Гц**

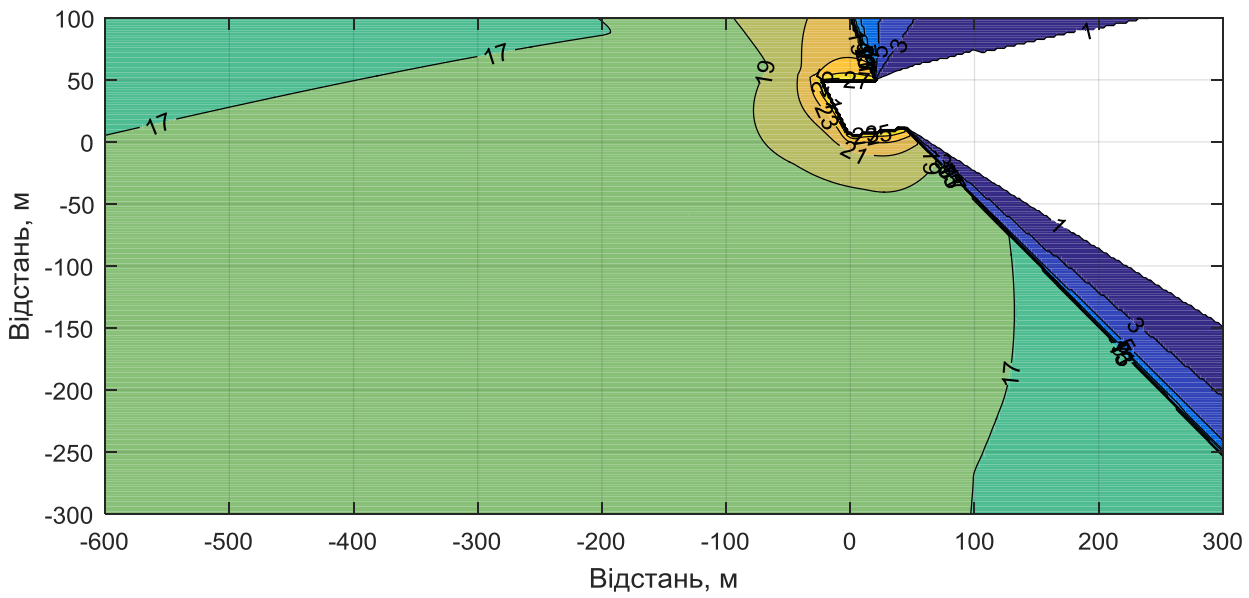


Рисунок Б.5 – Розрахункова ефективність шумозахисного екрану №3 на частоті **1000 Гц**

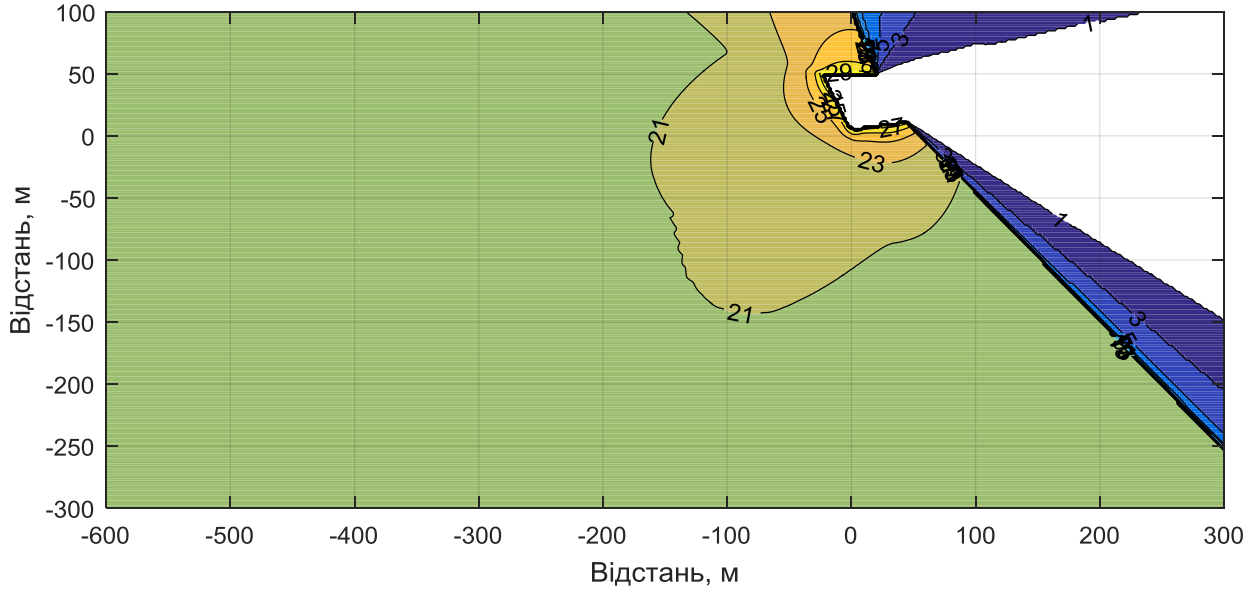


Рисунок Б.6 – Розрахункова ефективність шумозахисного екрану №3 на частоті **2000 Гц**