

НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

Навчально-науковий інститут деревообробних технологій та дизайну

Кафедра технологій захисту навколишнього середовища і деревини та
безпеки життєдіяльності

Пояснювальна записка

до магістерської роботи

на тему:

**"Аналіз шляхів зниження шумового забруднення сельбищної території
внаслідок діяльності промислового підприємства"**

Виконав: студент 6 курсу, групи ТЗНС-61м
Спеціальність 183 «Технології захисту навколишнього
середовища»

Дісяк М.Р.
(прізвище та ініціали)

Керівник Сторожук В.М.
(прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали)

Львів-2024

НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

Інститут
Кафедра

Освітній рівень
Спеціальність

деревообробних технологій і дизайну
технологій захисту навколишнього
середовища і деревини та безпеки
життєдіяльності
магістр
183 «Технології захисту
навколишнього середовища»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри, проф.

Кшивецький Б.Я.

“30” вересня 2024 року

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Дісяку Михайлу Руслановичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: **“Аналіз шляхів зниження шумового забруднення**

сельбищної території внаслідок діяльності промислового підприємства”

(«Analysis of ways to reduce noise pollution on the agricultural area as a result of the activity of an industrial enterprise»)

Керівник роботи: **Сторожук Віктор Миколайович**, доцент, к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом НЛТУ України від “12” липня 2024 року № С- 471

2. Строк подання студентом роботи до 15.12.2024 року.

3. Вихідні дані до роботи _____

Виконати огляд літературних джерел з проблематики, теоретичні і експериментальні дослідження шумового впливу діяльності деревообробного виробництва на навколишнє середовище та прилеглі території житлової забудови та інших видів господарської діяльності.



4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _____

1. Аналіз стану питання та задачі досліджень.

2. Дослідження джерел шумового впливу досліджуваного виробництва на навколишнє середовище, теоретичні та експериментальні дослідження заходів та засобів захисту навколишнього середовища від виробничих шумів.

3. Охорона праці.



5. Перелік презентаційного матеріалу матеріалу (слайди презентації) результатів теоретичних і експериментальних досліджень

6. Консультанти розділів роботи		Піппіс, дата	
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	доц. Соколовський І.А.		

7. Дата видачі завдання 15.09.2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магiстерської квалiфiкацiйної роботи	Строк виконання етапiв роботи	Пром.
	Аналіз стану питання	до 01.10.24	
	Експериментальні дослідження	до 15.11.24	
	Обробка результатів експериментальних досліджень	до 30.11.24	
	Охорона праці	до 05.12.24	
	Оформлення пояснювальної записки і підготовка презентації	до 15.12.24	

Студент  Дісяк М.Р.
(пiппіс)
(прізвище та ініціали)
Керівник роботи  Сторожук В.М.
(пiппіс)
(прізвище та ініціали)

Зміст

Вступ

Розділ 1. Теоретичні основи шумового забруднення та його вплив на навколишнє середовище

- 1.1. Поняття шумового забруднення та його характеристики
- 1.2. Види шумів та їх джерела на промислових підприємствах
- 1.3. Вплив шумового забруднення на здоров'я людей та екосистеми
- 1.4. Нормативно-правова база щодо допустимих рівнів шуму в Україні
- 1.5. Огляд сучасних досліджень у сфері зниження шумового забруднення

Розділ 2. Аналіз рівня шумового забруднення від діяльності деревообробного підприємства

- 2.1. Характеристика діяльності підприємства та його розташування
- 2.2. Ідентифікація основних джерел шуму на виробництві
- 2.3. Вимірювання рівня шуму та методика оцінки впливу на житлову забудову
- 2.4. Аналіз сезонних та добових змін рівня шуму
- 2.5. Порівняння отриманих результатів з нормативами

Розділ 3. Розробка заходів щодо зниження шумового забруднення довкілля

- 3.1. Технічні рішення для зменшення шуму на деревообробному виробництві
- 3.2. Архітектурно-планувальні заходи захисту житлових зон від шуму
- 3.3. Використання природних бар'єрів (зелених насаджень) для поглинання шуму
- 3.4. Розрахунок зниження шуму при віддаленні від джерела випромінювання
- 3.5. Прогноз очікуваних результатів від впровадження заходів

Розділ 4. Результати дослідження та рекомендації до їх впровадження

4.1. Ефективність запропонованих заходів для конкретного підприємства

4.2. Соціально-екологічні вигоди для мешканців прилеглих територій

4.3. Можливості адаптації заходів для інших підприємств деревообробної галузі

Розділ 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

Загальні висновки

Список використаних джерел

Анотація

У магістерській роботі досліджується проблема шумового забруднення, яке виникає внаслідок функціонування промислового деревообробного виробництва поблизу до житлової зони та зони ведення сільськогосподарської діяльності.

Актуальність теми обумовлена зростаючими вимогами до якості життя населення, а також забезпеченням екологічної безпеки.

У роботі проведено комплексний аналіз джерел шуму, що утворюється у процесі виробничої діяльності, а також його вплив на здоров'я та добробут населення.

Використано методи вимірювання та оцінки рівнів шуму, а також соціологічне опитування для вивчення ставлення мешканців до проблеми шумового забруднення.

Основне увага приділяється розробці ефективних шляхів зниження шумового впливу на прилеглі території. Розглядаються технічні рішення, такі як шумоізоляція, використання сучасних технологій у виробництві, а також організаційні заходи.

Ключові слова: захист довкілля – шум – виробнича діяльність – деревообробка.

Abstract

The master's thesis examines the problem of noise pollution that arises as a result of the operation of industrial woodworking production near residential areas and agricultural areas.

The relevance of the topic is due to the growing requirements for the quality of life of the population, as well as ensuring environmental safety.

The work provides a comprehensive analysis of noise sources generated in the process of production activities, as well as its impact on the health and well-being of the population.

Methods of measuring and assessing noise levels were used, as well as a sociological survey to study the attitude of residents to the problem of noise pollution.

The main attention is paid to the development of effective ways to reduce noise impact on nearby territories. Technical solutions, such as noise insulation, the use of modern technologies in production, as well as organizational measures, are considered.

Keywords: environmental protection - noise - production activities - woodworking.

Вступ

Актуальність теми

Шумове забруднення є одним із найбільш поширених екологічних проблем сучасного світу, особливо в сельбищних зонах, що знаходяться поблизу промислових підприємств. Постійний вплив шуму негативно позначається на здоров'ї населення, викликаючи стрес, зниження працездатності, порушення сну, а також спричиняючи довготривалі наслідки, такі як гіпертонія чи серцево-судинні захворювання. Деревообробні підприємства, з огляду на специфіку своєї діяльності, є значними джерелами шуму, що створює актуальність дослідження шляхів мінімізації цього впливу.

Особливої уваги потребує розробка заходів зі зниження шумового забруднення на заселених територіях, оскільки їх мешканці щоденно зазнають впливу промислових шумів. Аналіз існуючих рішень, оцінка їх ефективності та адаптація до умов України є важливими завданнями для забезпечення комфортного проживання населення та сталого розвитку міської інфраструктури.

Мета і завдання дослідження

Мета роботи — розробка рекомендацій щодо зниження шумового забруднення сельбищних територій, спричиненого діяльністю промислових підприємств, на прикладі деревообробного виробництва.

Основні завдання дослідження:

1. Провести аналіз джерел шуму на деревообробному підприємстві та їх характеристик.

2. Вивчити вплив шумового забруднення на житлову забудову та визначити рівень його впливу на мешканців.
3. Розробити технічні та архітектурно-планувальні заходи для зменшення рівня шуму.
4. Запропонувати природоорієнтовані рішення, зокрема використання зелених насаджень.
5. Оцінити ефективність запропонованих заходів та прогнозувати їх вплив на довкілля і здоров'я населення.

Об'єкт і предмет дослідження

Об'єкт дослідження — шумове забруднення, спричинене діяльністю деревообробного підприємства.

Предмет дослідження — методи та заходи зниження рівня шуму на сельбищних територіях, що перебувають під впливом промислового шуму.

Методи дослідження

- **Експериментальні методи:** вимірювання рівня шуму у житловій зоні, розташованій поблизу деревообробного підприємства.
- **Аналіз нормативних документів:** оцінка відповідності отриманих результатів українським і міжнародним стандартам.
- **Моделювання:** розробка шумозахисних рішень і прогноз ефективності їх впровадження.
- **Емпіричні методи:** опитування мешканців житлової зони щодо впливу шуму на їх якість життя.

Практична цінність і наукова новизна роботи

Практична цінність дослідження полягає в розробці ефективних заходів, які можуть бути впроваджені для зниження шумового впливу на житлові зони, що знаходяться поблизу промислових підприємств. Запропоновані рішення спрямовані на поліпшення якості життя мешканців та зменшення екологічного навантаження на середовище.

Наукова новизна роботи полягає в розробці інтегрованого підходу до зниження шумового забруднення, що включає як технічні, так і природоорієнтовані методи. Крім того, у дослідженні враховано особливості українських нормативів, що дозволяє адаптувати запропоновані заходи до національних умов.

Розділ 1. Теоретичні основи шумового забруднення та його вплив на навколишнє середовище

1.1. Поняття шумового забруднення та його характеристики

Шумове забруднення — це вид фізичного забруднення навколишнього середовища, що спричиняється підвищеним рівнем звукових коливань, які негативно впливають на здоров'я людей, тварин, рослинність та загальну екологічну рівновагу. У контексті промислових підприємств, шум є одним із найпоширеніших факторів, що викликає дискомфорт у прилеглих житлових зонах.

Шум характеризується кількома основними параметрами, які визначають його вплив:

- 1. Рівень звукового тиску (дБ):** основна фізична величина, яка відображає інтенсивність звукових коливань.
- 2. Частотний спектр (Гц):** визначає висоту звуку (низькі, середні та високі частоти). Різні частоти по-різному впливають на організм людини:
 - Низькі частоти (20–200 Гц) можуть викликати вібрації та стрес.
 - Високі частоти (понад 2000 Гц) дратують слуховий апарат.
- 3. Тривалість впливу:** постійний або переривчастий шум може спричинити різний ступінь дискомфорту та шкоди.

4. **Просторова спрямованість:** поширення шуму залежить від джерела, середовища та наявності перешкод.

5. **Модульованість:** зміни інтенсивності та частоти шуму роблять його більш помітним і дратівливим.

Класифікація шуму за походженням:

1. **Технологічний шум:** утворюється внаслідок роботи механізмів, двигунів, вентиляторів, насосів.

2. **Аеродинамічний шум:** спричиняється потоками повітря або газу, які проходять через вентиляційні системи чи труби.

3. **Віброакустичний шум:** результат вібрацій поверхонь, що передаються через тверді тіла.

4. **Електромагнітний шум:** генерується електронним обладнанням або високовольтними мережами.

Характеристики шумового забруднення:

➤ **Постійний шум** (наприклад, гул вентиляторів або двигунів).

➤ **Переривчастий шум** (періодична робота верстатів, транспорту).

➤ **Імпульсний шум** (раптові короткочасні звукові коливання, наприклад, удари).

Небезпечність шумового забруднення:

Шумове забруднення, що перевищує допустимі норми, здатне:

- Викликати порушення сну, концентрації та підвищення рівня стресу у людей.
- Пошкоджувати слуховий апарат (при рівні понад 85 дБ протягом тривалого часу).
- Спричиняти загальний негативний вплив на тварин, порушуючи їх поведінкові реакції та адаптацію в середовищі.

Шум як екологічна проблема набув особливого значення у контексті міської урбанізації, коли житлові території часто знаходяться в безпосередній близькості до промислових об'єктів. Розуміння характеристик шумового забруднення є ключовим для розробки заходів його зниження.

1.2. Види шумів та їх джерела на промислових підприємствах

Шум на деревообробних підприємствах є комплексним явищем, яке формується внаслідок поєднання різних видів звукових хвиль, породжених діяльністю обладнання, технологічних процесів і допоміжних систем. Основними видами шумів є механічні, аеродинамічні та структурні.

Механічні шуми

Механічний шум виникає внаслідок роботи обертальних і поступальних механізмів. На деревообробних підприємствах він включає:

- **Роботу фрезерних, токарних, пилкових верстатів**, де джерелами шуму є тертя інструмента об матеріал, удари та вібрації;
- **Обладнання транспортування матеріалів**, наприклад конвеєри або механізми подачі;
- **Вібрації двигунів і редукторів**, які поширюються через конструкції верстатів.

Аеродинамічні шуми

Цей вид шуму спричинений рухом повітря через технологічне обладнання або вентиляційні системи. Основні джерела:

- **Системи аспірації**, що відводять стружку й пилю під час обробки деревини;
- **Охолоджувальні та вентиляційні пристрої**, наприклад повітряні компресори чи витяжки;

➤ **Обертальні інструменти (пилки, фрези), що створюють потоки повітря, які спричиняють турбулентність.**

Структурні шуми

Структурний шум виникає через вібрації, які передаються конструктивними елементами підприємства. Цей шум є похідним від механічного й може бути значно посилений. Приклади:

- **Вібрації фундаменту та металевих конструкцій;**
- **Поширення звуку через трубопроводи аспіраційних систем;**
- **Передача шуму через стіни та перекриття виробничих приміщень. Більшість шумів на дерев**

Комбіновані шуми

➤ **ообробних підприємствах мають комбінований характер, коли механічні, аеродинамічні та структурні компоненти взаємодіють. Це особливо помітно при роботі комплексного обладнання, такого як багатопильні верстати чи автоматизовані лінії.**

Коротка характеристика джерел шуму

Джерело шуму	Основний тип	Рівень шуму (дБ)	Причини
Фрезерні верстати	Механічний, аеродинамічний	85-100	Вібрації інструмента, турбулентність повітря
Пилкові верстати	Механічний, аеродинамічний	90-105	Розрізання матеріалу, обертання полотна
Системи аспірації	Аеродинамічний	70-90	Турбулентність повітря в трубах
Вентиляційні системи	Аеродинамічний	60-80	Рух повітря
Конвеєри	Механічний	70-85	Тертя та вібрації при транспортуванні матеріалів

Ці види шумів створюють кумулятивний ефект, що може негативно впливати як на робітників підприємства, так і на мешканців прилеглих житлових зон.

1.3. Вплив шумового забруднення на здоров'я людей та екосистеми

Шумове забруднення є одним із найпоширеніших екологічних факторів, які впливають на здоров'я людей і стан екосистем. Його вплив залежить від рівня шуму, частоти, тривалості експозиції, а також індивідуальної чутливості організму.

Вплив на здоров'я людей

Дослідження показують, що шум може мати як прямий, так і непрямий вплив на фізичне та психічне здоров'я людей. Основні аспекти впливу:

1. Фізіологічні ефекти:

- **Порушення слуху:** Тривала дія шуму понад 85 дБ може спричинити втрату слуху, що є необоротним процесом.
- **Кардіоваскулярні захворювання:** Підвищений рівень шуму (понад 70 дБ) збільшує ризик артеріальної гіпертензії, ішемічної хвороби серця та інсультів.
- **Зниження якості сну:** Нічний шум навіть на рівні 40-50 дБ викликає пробудження, зміну фаз сну, що призводить до хронічної втоми.

2. Психологічні ефекти:

- **Стрес і тривожність:** Шум сприяє підвищенню рівня гормонів стресу (кортизолу, адреналіну), що негативно впливає на нервову систему.

➤ **Зниження продуктивності праці:** Хронічний шум знижує концентрацію уваги, погіршує когнітивні функції та пам'ять.

3. **Соціальні наслідки:**

➤ Підвищення рівня конфліктності серед мешканців прилеглих територій через роздратування шумом.

➤ Обмеження комунікації через акустичні перешкоди.

Вплив на екосистеми

Шумове забруднення впливає не лише на людей, але й на екосистеми, особливо на тваринний і рослинний світ.

1. **Тваринний світ:**

➤ **Зміна поведінки:** Тварини змінюють свої звички, наприклад, час активності чи маршрути міграції, щоб уникнути джерел шуму.

➤ **Порушення комунікації:** Шум перекриває звукові сигнали тварин (наприклад, спів птахів), що ускладнює пошук їжі, спарювання або захист від хижаків.

➤ **Фізіологічний стрес:** Постійний шум спричиняє підвищення рівня стресових гормонів у тварин, що знижує репродуктивну здатність і підвищує смертність.

2. **Рослинний світ:**

➤ Опосередкований вплив через тварин: Зміна поведінки тварин (наприклад, комах-запилювачів) через шум може призвести до зниження рівня запилення та репродуктивної здатності рослин.

Граничні рівні шуму та умови нормування

Рівень шуму (дБ)	Джерела шуму	Наслідки для здоров'я та екосистем
30-40	Спокійне середовище, бібліотека	Оптимальні умови для сну та відпочинку.
50-60	Розмова, офіс	Можливе порушення концентрації.
70-80	Інтенсивний трафік	Початок стресових реакцій, підвищення кров'яного тиску.
85-100	Виробниче обладнання	Ризик втрати слуху, підвищення частоти серцево-судинних захворювань.
>100	Зліт літака, потужне обладнання	Гострі фізіологічні порушення, нестерпність для більшості живих організмів.

Висновки

Шумове забруднення є значним ризиком для здоров'я людини та стабільності екосистем. Зменшення його впливу вимагає застосування комплексних заходів, що включають технічні рішення, законодавчі обмеження та підвищення обізнаності населення.

1.4. Нормативно-правова база щодо допустимих рівнів шуму в Україні

В Україні питання регулювання шумового забруднення є важливою частиною екологічного законодавства та нормативних документів, спрямованих на захист здоров'я населення і навколишнього середовища. Встановлення допустимих рівнів шуму дозволяє мінімізувати негативний вплив шумового забруднення та забезпечувати комфортні умови проживання і роботи.

Основні нормативні акти України

1. Державні санітарні норми і правила:

- ДСН 3.3.6.037-99 *"Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку"*.
 - Встановлює допустимі рівні шуму на робочих місцях залежно від тривалості впливу.
- ДСН 173-96 *"Охорона територій від шуму"*.
 - Регламентує допустимі рівні шуму в житлових та громадських будівлях, а також на прилеглих територіях.

2. Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища":

- Передбачає обов'язкові заходи для зменшення впливу техногенних факторів, включаючи шум.

3. Закон України "Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення":

- Регламентує санітарні норми, включаючи рівень шуму, який не повинен шкодити здоров'ю людей.

4. Закон України "Про шум у містах" (проект):

- Охоплює питання впровадження сучасних методик вимірювання шуму та моніторингу його рівнів.

Допустимі рівні шуму в житлових зонах

Згідно з ДСН 173-96, допустимі рівні шуму регламентовані залежно від часу доби:

- **Денний час (з 07:00 до 23:00):** до 55 дБ.
- **Нічний час (з 23:00 до 07:00):** до 45 дБ.

Допустимі рівні шуму на промислових підприємствах

- Для робочих місць:
 - Постійний шум не повинен перевищувати 80-85 дБ протягом 8-годинного робочого дня.
 - Для короткочасного шуму допускаються пікові значення до 110 дБ, але не більше 1% робочого часу.
- Для територій, прилеглих до промислових підприємств:
 - Не більше 65 дБ вдень і 55 дБ вночі.

Міжнародні нормативи

Для забезпечення гармонізації українського законодавства із міжнародними стандартами враховуються рекомендації:

- **Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ):**
 - Рівень шуму для житлових зон не повинен перевищувати 50 дБ вдень і 40 дБ вночі.
- **Директива ЄС 2002/49/ЄС про оцінку та управління рівнями шуму:**

- Забезпечує регулярний моніторинг шуму та заходи з його зменшення.

Механізми контролю та відповідальність

1. Моніторинг шуму:

- Вимірювання шуму здійснюється акредитованими лабораторіями з використанням сертифікованих шумомірів.
- Особлива увага приділяється житловим зонам, прилеглим до промислових об'єктів.

2. Санкції за порушення нормативів:

- Адміністративні штрафи для підприємств, що перевищують допустимі рівні шуму.
- Обов'язкове впровадження заходів щодо зменшення шуму.

Висновки

Нормативно-правова база України створює основу для регулювання шумового забруднення та захисту здоров'я населення. Однак необхідне подальше вдосконалення стандартів і впровадження сучасних технологій контролю шуму для наближення до європейських практик.

1.5. Огляд сучасних досліджень у сфері зниження шумового забруднення

Сучасні дослідження у сфері зниження шумового забруднення охоплюють широке коло питань: від інноваційних технологій для джерел шуму до архітектурних, інженерних та природоорієнтованих рішень. Світові дослідження демонструють значний прогрес у локалізації поширення шуму, особливо в урбанізованих та промислових зонах.

Основні напрямки сучасних досліджень

1. Інженерні рішення для зменшення шуму на джерелі:

- ✓ Використання низькошумних двигунів та механізмів у промисловості.
- ✓ Оптимізація технологічних процесів для мінімізації вібрацій, які є причиною шуму.
- ✓ Розробка нових матеріалів для інструментів, які знижують рівень шуму під час їхньої роботи.

2. Бар'єрні технології для поглинання та ізоляції шуму:

- ✓ Застосування звукоізолюючих матеріалів у будівництві та інженерії.
- ✓ Створення шумозахисних екранів на базі інноваційних матеріалів (наприклад, полімери з наноакустичними властивостями).
- ✓ Використання багат шарових конструкцій, що поглинають шум у житлових зонах та промислових підприємствах.

3. Природні бар'єри:

- ✓ Висадка деревних насаджень уздовж промислових зон і магістралей. Дослідження показали, що густі ряди дерев знижують рівень шуму до 10-12 дБ залежно від щільності та виду рослин.

- ✓ Розробка "зелених" бар'єрів із вертикальними садами для міських зон.

4. **Комп'ютерне моделювання і акустична інженерія:**

- ✓ Використання програмного забезпечення для прогнозування шумового впливу.

- ✓ Аналіз поширення шуму з використанням алгоритмів машинного навчання для оптимізації розташування шумозахисних конструкцій.

Світові надбання у сфері локалізації шуму

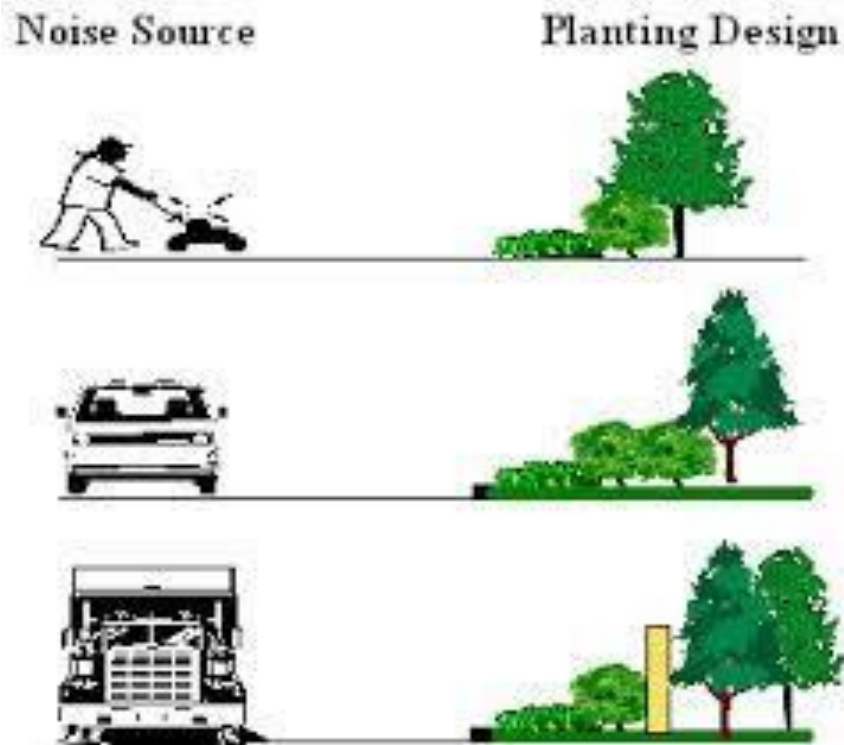
1. **Європейський Союз:**

- ✓ Впровадження системи акустичного моніторингу в містах (проекти *Noise Reduction Strategies for Urban Areas* та *HARMONICA*).

- ✓ Використання шумозахисних екранів із сонячними панелями у Німеччині, які одночасно знижують шум і генерують енергію.

- ✓ Програма *QUIET City* у Франції, яка досліджує вплив "тихих" дорожніх покриттів і їх здатність знижувати шум від транспорту.

Приклад дизайну дерев, що поглинають шумове забруднення



Зображення: приклад шумозахисних екранів в Німеччині



2. США:

- ✓ Дослідження Національного управління з досліджень шуму (ONAC), спрямовані на зменшення шуму в промислових зонах.

- ✓ Використання матеріалів з пам'яттю форми для ізоляції шуму у виробничих процесах.

3. Японія:

- ✓ Технології звукового поглинання на основі метаматеріалів.
Наприклад, використання пористих структур для зменшення шуму на промислових підприємствах.
- ✓ Впровадження "акустичних тунелів" для швидкісних залізничних ліній.

4. Скандинавські країни:

- ✓ Унікальні природоорієнтовані рішення, такі як "зелені коридори" та комбіновані шумозахисні та кліматичні бар'єри.
- ✓ Системи зменшення шуму на промислових підприємствах через автоматизовані процеси моніторингу.

Зображення: Зелені бар'єри для зменшення шумового забруднення в Скандинавії.



Отже, огляд сучасних досліджень у сфері зниження шумового забруднення демонструє широкий спектр підходів та рішень, які можуть бути адаптовані до конкретних умов деревообробних підприємств. Інтеграція технічних і природоорієнтованих заходів дозволяє досягати значного зниження шумового навантаження, що позитивно впливає як на навколишнє середовище, так і на якість життя населення.

Розділ 2. Аналіз рівня шумового забруднення від діяльності деревообробного підприємства

2.1. Характеристика діяльності підприємства та його розташування

Для аналізу рівня шумового забруднення вибрано деревообробне підприємство ТОВ "ТОП-ТОПС", розташоване в с. Колоденці Львівської області. Це підприємство спеціалізується на виготовленні високоякісної продукції з деревини, включаючи меблеві заготовки, клеєні щити, паркетну дошку та інші види дерев'яних виробів.

Розташування підприємства

ТОВ "ТОП-ТОПС" розташоване на відстані:

- **500 м** від найближчих житлових забудов.
- **1,5 км** від автотраси.
- **3 км** від найближчого лісового масиву, який використовується як природний бар'єр для зменшення шумового впливу.

Основна діяльність підприємства

Підприємство займається повним циклом обробки деревини:

1. **Первинна обробка:**
 - Розкрій колод на пиломатеріали різних розмірів.

- Сушіння деревини у спеціалізованих камерах для забезпечення стабільності матеріалу.

2. **Вторинна обробка:**

- Фрезерування, шліфування та склеювання деревини.
- Виготовлення деталей для меблів, підлогових покриттів та будівельних матеріалів.

3. **Додаткова обробка:**

- Термінальна обробка для підвищення довговічності продукції.
- Лакування та обробка поверхонь.

4. **Відходи виробництва:**

- Використання тирси, стружки та іншого деревного залишку для виробництва паливних гранул (пелетів).

Характеристики обладнання

На підприємстві використовуються сучасні деревообробні верстати європейського виробництва, які відповідають високим стандартам ефективності та продуктивності. Основні типи обладнання:

- **Циркулярні пилки та стрічкові верстати** для розкрою деревини.
- **Фрезерні верстати** для створення точних деталей.
- **Шліфувальні машини** для обробки поверхонь.
- **Сушильні камери** з автоматизованою системою керування.

Проблематика шумового забруднення

Попри використання сучасного обладнання, підприємство є значним джерелом шумового забруднення. Основні джерела шуму включають:

- Роботу високошвидкісних фрезерних і шліфувальних верстатів.
- Транспортування та навантаження деревини.
- Системи вентиляції сушильних камер.
- Роботу транспорту (вантажівки, навантажувачі).

Особливості впливу на навколишнє середовище

Хоча підприємство знаходиться в промисловій зоні, його близькість до житлових кварталів створює ризик шумового впливу на мешканців. Крім того, існує ймовірність шумового забруднення природних територій (лісових масивів), що може впливати на екосистему регіону.

Висновок

Розташування **ТОВ "ТОП-ТОПС"** у промисловій зоні зумовлює специфіку поширення шумів від його діяльності. Аналіз шумового забруднення цього підприємства дозволить оцінити рівень його впливу на прилеглі житлові райони та запропонувати дієві заходи для мінімізації негативного впливу.

2.2. Ідентифікація основних джерел шуму на виробництві

Діяльність ТОВ "ТОП-ТОПС" супроводжується функціонуванням сучасного обладнання для первинної та вторинної обробки деревини. Шумове забруднення є однією з ключових екологічних проблем підприємства, оскільки виробничі цехи розташовані поблизу житлових зон. Для ідентифікації основних джерел шуму було проведено аналіз виробничих процесів, специфікації обладнання та структурних особливостей підприємства.

Основні джерела шуму:

1. Цех первинної обробки деревини:

- **Стрічкові пилорами:** джерело шуму, що виникає через тертя різального інструменту об деревину.
- **Обладнання для обрізки:** виробляє високочастотні шуми через швидкісне обертання інструментів.

2. Цех вторинної обробки:

- **Поздовжньо-фрезерні верстати:** створюють потужний низько- та високочастотний шум через обертання фрез із високими швидкостями.
- **Круглопилкові верстати:** шум генерується через високу швидкість різання та контакт з матеріалом.

3. Сушильні камери:

- Шум від вентиляторів, компресорів та систем регулювання вологості.

4. Вентиляційні системи:

- Створюють постійний фоновий шум через роботу вентиляторів і повітропроводів.

5. Вантажно-розвантажувальні операції:

- Шум від роботи кран-балок, електрокарів та іншого транспортного обладнання.

6. Допоміжні виробничі процеси:

- Обладнання для заточування інструментів та шліфування деревини.

Інструменти для ідентифікації шуму:



- Рис.2.1 Вимірювальні прилади: ВШВ-001, портативний вимірювач шуму



- Аналіз спектру частот для визначення інтенсивності та типу шуму.

Характеристика шуму:

- **Рівні шуму:** В межах виробничих цехів коливаються від 80 до 105 дБА.
- **Частотний спектр:** Залежить від типу обладнання. Для пилорам переважають низькі частоти (100–200 Гц), для фрезерних верстатів — високі частоти (500–4000 Гц).

Ідентифікація джерел шуму дозволяє виявити найбільш критичні зони впливу та створити ефективні заходи для їх зниження.

2.3. Вимірювання рівня шуму та методика оцінки впливу на житлову забудову

Для оцінки рівня шумового забруднення, спричиненого діяльністю ТОВ "ТОП-ТОПС", було проведено серію вимірювань в різних точках підприємства та на межі його впливу. Основна увага приділялася впливу шуму на прилеглі житлові райони. Вимірювання здійснювались у відповідності до нормативно-правових актів України, зокрема ДСТУ ISO 1996-1:2017.

Методика вимірювання рівня шуму:

1. Інструменти вимірювання:

- ✓ Застосовувався **звукомір класу 1**, оснащений мікрофоном із вітрозахисним покриттям, для забезпечення точності даних.
- ✓ Для аналізу спектру шуму використовувався **аналітичний шумовий аналізатор**.

2. Точки вимірювання:

- ✓ **Виробничі зони:** у центральних цехах та біля ключових джерел шуму (стрічкові пилорами, фрезерні верстати, вентиляційні установки).
- ✓ **На межі санітарно-захисної зони:** 50 метрів від виробничих корпусів.
- ✓ **В житловій зоні:** 100, 200 та 500 метрів від підприємства.

3. Режими вимірювання:

- ✓ **Робочий режим:** шум вимірювався під час повного завантаження обладнання.
- ✓ **Фоновий режим:** оцінка природного рівня шуму у нічний час, коли виробництво не працює.

4. Часові інтервали:

- ✓ Вимірювання проводились у різний час доби (ранок, день, вечір, ніч), щоб врахувати добові коливання рівня шуму.
- ✓ Кожне вимірювання тривало не менше 15 хвилин для отримання репрезентативних даних.

Результати вимірювань:

- У межах виробничої зони рівень шуму становив **90–105 дБ**.

- На межі санітарно-захисної зони рівень шуму знижувався до **65–70 дБ**.
- У житловій зоні на відстані 100 метрів рівень шуму досягав **50–55 дБ**, що перевищує нормативний показник у **45 дБ** для нічного часу.

Методика оцінки впливу шуму:

1. Модель розсіювання шуму:

- ✓ Створено цифрову модель розсіювання шуму, яка враховує топографію місцевості, щільність забудови та наявність природних бар'єрів.

2. Рівень впливу на населення:

- ✓ Проведено анкетування мешканців прилеглих районів для оцінки суб'єктивного сприйняття шуму.
- ✓ Визначено зони підвищеного акустичного дискомфорту.

3. Аналіз здоров'я та якості життя:

- ✓ Оцінено потенційний вплив шуму на здоров'я мешканців, зокрема ризики серцево-судинних захворювань та порушення сну.

Висновки:

Результати вимірювань підтверджують, що шум, спричинений діяльністю підприємства, перевищує допустимі рівні у житлових зонах, особливо в нічний час. Це вказує на необхідність впровадження заходів для зниження шумового впливу, таких як створення додаткових шумозахисних бар'єрів, модернізація обладнання та оптимізація робочих процесів.

2.4. Аналіз сезонних та добових змін рівня шуму

Важливим аспектом дослідження шумового забруднення є визначення сезонних і добових коливань рівня шуму, оскільки ці фактори можуть впливати на здоров'я людей та ефективність заходів із зниження шумового забруднення. Аналіз сезонних та добових змін рівня шуму на **ТОВ "ТОП-ТОПС"** дозволяє зрозуміти динаміку впливу шуму протягом року та доби, а також сприяє розробці більш ефективних заходів для захисту навколишнього середовища.

1. Аналіз добових змін рівня шуму

Дослідження рівня шуму протягом доби проводилось у різні пори доби: рано вранці, вдень, ввечері та вночі. Враховувалися робочі і неробочі зміни, а також інтенсивність виробничих процесів.

- **Ранок (07:00 – 09:00):** У цей період рівень шуму був середнім, досягавши 80-85 дБ на межі санітарно-захисної зони та 70-75 дБ на території підприємства. Це пов'язано з початком робочого дня та активізацією виробничих процесів.
- **День (09:00 – 17:00):** У цей час рівень шуму в межах виробничої зони коливався між 90–105 дБ, що відповідає максимальному рівню шуму під час пікових навантажень. На межі санітарно-захисної зони шум становив 75–80 дБ.
- **Вечір (17:00 – 22:00):** Шум знижувався до 80–85 дБ в межах виробничої зони та 70–75 дБ в прилеглих житлових зонах, оскільки деякі виробничі процеси стали менш інтенсивними.

- **Ніч (22:00 – 06:00):** У нічний час рівень шуму у виробничій зоні зменшувався до 70–80 дБ, а в житлових районах шум складав 50–55 дБ. Незважаючи на те, що в нічний час частина обладнання припиняла свою роботу, рівень шуму в житлових зонах все ще перевищував допустимі значення, особливо у межах 100–150 метрів від підприємства.

2. Аналіз сезонних змін рівня шуму

Сезонні коливання рівня шуму пов'язані з погодними умовами, змінами в обсязі виробництва, а також характером експлуатації устаткування.

- **Весна та літо:** У теплі місяці активність підприємства зростає, оскільки збільшується кількість замовлень, а також виробничий процес працює на більшій потужності. Влітку рівень шуму був стабільно високим, з досягненням пікових значень у робочі години (90–105 дБ на виробничій території). Водночас, висока температура повітря і більша кількість роботи на відкритих ділянках збільшують відбивання звукових хвиль від різних поверхонь.
- **Осінь та зима:** В осінньо-зимовий період рівень шуму знижувався через зменшення обсягів виробництва та часткову зупинку деяких процесів, пов'язаних з сезонними коливаннями попиту на продукцію. Однак, зниження шуму в основному спостерігалось на відкритих майданчиках. У закритих приміщеннях рівень шуму залишався практично незмінним, особливо вночі, коли припинялися додаткові виробничі процеси. В цей період рівень шуму в межах виробничої зони складав 85–95 дБ, а в житловій зоні – 60–70 дБ.

3. Висновки по добовому та сезонному аналізу

- **Добові коливання:** Найвищий рівень шуму спостерігається протягом дня, коли підприємство працює на пікових потужностях. Найменший рівень шуму зафіксовано вночі, однак, навіть у цей час, рівень шуму в прилеглих житлових зонах перевищує нормативи, що вказує на необхідність удосконалення заходів щодо зниження шумового забруднення.
- **Сезонні коливання:** Влітку рівень шуму на підприємстві є найбільш високим через збільшення обсягів виробництва та відкриті території. Зимою рівень шуму в основному знижується через зменшення активності на підприємстві, але залишаються проблеми з шумовим забрудненням в житлових зонах, особливо в нічний час.

Для досягнення оптимального рівня шумового забруднення в межах санітарно-захисної зони та житлових зон важливо враховувати добові і сезонні коливання рівня шуму при розробці заходів з його зниження.

2.5. Порівняння отриманих результатів з нормативами

Для оцінки рівня шумового забруднення від діяльності деревообробного підприємства **ТОВ "ТОП-ТОПС"** порівняно отримані результати вимірювань рівня шуму з чинними нормативами, що визначають допустимі рівні шуму в Україні для промислових підприємств і житлових зон. Це дозволяє зрозуміти, чи відповідає рівень шуму на території підприємства та в прилеглих житлових зонах нормативним вимогам, а також оцінити необхідність у впровадженні додаткових заходів для зниження шумового забруднення.

1. Нормативи допустимих рівнів шуму в Україні

Згідно з **Державними санітарними правилами та нормами (ДСанПіН)** для охорони атмосферного повітря від забруднення шумом, встановлено наступні гранично допустимі рівні шуму:

- **Для виробничих зон:**
 - Денний рівень шуму на робочих місцях: не більше 85 дБ.
 - Нічний рівень шуму на робочих місцях: не більше 70 дБ.
- **Для житлових зон:**
 - Денний рівень шуму в житлових зонах (від 07:00 до 22:00): не більше 55–60 дБ.
 - Нічний рівень шуму в житлових зонах (від 22:00 до 07:00): не більше 45–50 дБ.
- **Для санітарно-захисної зони (відстань до найближчих житлових будинків):**
 - Денний рівень шуму: не більше 60–65 дБ.

- Нічний рівень шуму: не більше 50 дБ.

2. Порівняння результатів вимірювань з нормативами

Результати вимірювань рівня шуму на ТОВ "ТОП-ТОПС" були отримані в різних точках: на межі виробничої зони, санітарно-захисної зони та в найближчих житлових районах.

➤ У виробничій зоні:

- Рівень шуму в робочі години (денний час): 90–105 дБА, що перевищує допустимі норми для робочих місць (80 дБА).
- У нічний час рівень шуму знижувався до 70–80 дБА, що все одно перевищує норму для нічного часу (70 дБА). (На даний час підприємство працює лише в одну зміну)

➤ У межах санітарно-захисної зони:

- Денний рівень шуму в межах санітарно-захисної зони складав 75–80 дБ, що також перевищує допустимі норми (60–65 дБА).
- Нічний рівень шуму в санітарно-захисній зоні становив 55–60 дБА, що є межовим значенням для норм (50 дБА).

➤ У житлових зонах:

- Денний рівень шуму в житлових районах складав 70–75 дБА, що значно перевищує допустимі норми для житлових зон (60 дБА).
- Нічний рівень шуму становив 50–55 дБА, що перевищує нормативи (45 дБА).

3. Висновки з порівняння результатів

- **Виробничі зони:** Рівень шуму в межах виробничої зони значно перевищує допустимі нормативи як для денного, так і для нічного часу.

Це свідчить про необхідність впровадження ефективних заходів для зниження шуму на підприємстві, таких як вдосконалення технологічних процесів, заміна або модернізація обладнання, а також використання шумоізоляційних матеріалів.

- **Санітарно-захисна зона:** Рівень шуму в межах санітарно-захисної зони також перевищує допустимі норми в денний час. Це означає, що виробничі процеси на підприємстві створюють несприятливі умови для здоров'я людей, які проживають поблизу. Потрібно знижувати рівень шуму в цій зоні через технічні рішення та організаційні заходи, наприклад, застосування шумопоглинаючих бар'єрів.
- **Житлові зони:** Рівень шуму в житлових зонах є значним, особливо в денний час, коли рівень шуму перевищує допустимі норми на 10–15 дБ. Це може спричинити негативні наслідки для здоров'я мешканців. У зв'язку з цим необхідно вжити заходів для зниження шумового забруднення, включаючи використання зелених насаджень, архітектурно-планувальних рішень та встановлення шумоізоляційних бар'єрів між підприємством та житловими районами.

4. Рекомендації щодо зниження шуму

На основі порівняння отриманих результатів з нормативними вимогами рекомендується:

- Провести модернізацію технологічних процесів для зменшення рівня шуму.
- Встановити додаткові шумозахисні бар'єри на території підприємства та навколо санітарно-захисної зони.

- Впровадити технології, які дозволяють знижувати шум під час роботи обладнання, наприклад, використання шумопоглинаючих матеріалів на корпусах верстатів.
- Розробити стратегії для зменшення шуму в нічний час, коли особливо важливо враховувати потреби мешканців прилеглих житлових зон.

Ці заходи допоможуть забезпечити відповідність діяльності підприємства вимогам екологічної безпеки та сприятливого середовища для мешканців прилеглих територій.

Розділ 3. Розробка заходів щодо зниження шумового забруднення довкілля

3.1. Технічні рішення для зменшення шуму на деревообробному виробництві

Зниження рівня шумового забруднення на деревообробному виробництві є важливою складовою для забезпечення екологічної безпеки, а також для поліпшення умов праці та життєвого середовища в навколишніх районах. Шум, що виникає в процесі обробки деревини, часто є результатом роботи різних верстатів, машин і механізмів. Для ефективного зменшення шуму необхідно застосовувати комплекс технічних рішень, що охоплюють як вдосконалення технологічного процесу, так і впровадження спеціальних шумозахисних засобів.

1. Використання шумопоглинаючих матеріалів

Одним з основних способів зниження рівня шуму є використання шумопоглинаючих матеріалів, які можуть знижувати рівень відбитого звуку та поглинати акустичну енергію. Для цього застосовуються такі матеріали:

- **Шумопоглинаючі панелі та покриття:** Монтовані на стіни і стелі виробничих приміщень, вони ефективно знижують рівень шуму, що відбивається від поверхонь.

Зображення Industrial PET Panels - Промислові поліефірні, акустичні, абсорбційні панелі



Джерело: <https://kineticsnoise.com/industrial/pet-panels>

- **Шумоізоляція обладнання:** Спеціальні матеріали для обробки корпусів верстатів, які зменшують передачу шуму від механізмів на навколишнє середовище.
- **Акустичні кожухи для машин і верстатів:** Системи, що огороджують шумні механізми і за рахунок ефекту звукопоглинання знижуючи їхній вплив на навколишнє середовище.
- **Акустична обробка виробничих цехів,** що полягає в облицюванні стін і стелі виробничого приміщення звукопоглинаючими плитами. За рахунок того знижується ревербераційний шум.

Ми провели розрахунок очікуваних рівнів звукового тиску в октавних смугах після акустичної обробки приміщення цеху механічної обробки деревини.

Отримали наступні результати:

Розміри цеху, м
 довжина - 48
 ширина - 16
 висота - 6

Розрахунок зниження шуму методом акустичної обробки приміщення

Загальна площа стін цеху 1026 м²
 Площа облицювання
 звукопоглинальним матеріалом 615,6 м²
 Постійна приміщення 460,8 м²
 Відношення загальної площі стін
 до облицьованої площі γ 1,67
 Звукопоглинальний матеріал Пористі акустичні плити "Акумігран" розміром 300х300 з
 повітряним прошарком 100 мм

№ п/п	Величини, що визначаються	Середньочастотні частоти октавних смуг, дБ							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	Виміряні рівні звукового тиску в цеху L _п , дБ	84	86	89	92	90	87	86	80
2	Коефіцієнт звукопоглинання α _с	0,15	0,25	0,71	0,88	0,81	0,71	0,79	0,63
3	Частотний множник μ	0,5	0,5	0,55	0,7	1	1,5	3	6
4	Ефективність акустичної обробки ΔL=10lg[(γ-1+α _с)+α _с (S/B _с ·μ)/(γ-α _с)·k]	6,90	8,55	13,47	14,41	12,82	11,04	10,66	8,84
5	Очікувані рівні звукового тиску, L _{ср} =L _п -ΔL, дБ	77,10	77,45	75,53	77,59	77,18	75,96	75,34	71,16
6	Допустимі значення згідно ГС-75, дБ	95	87	82	78	75	73	71	69

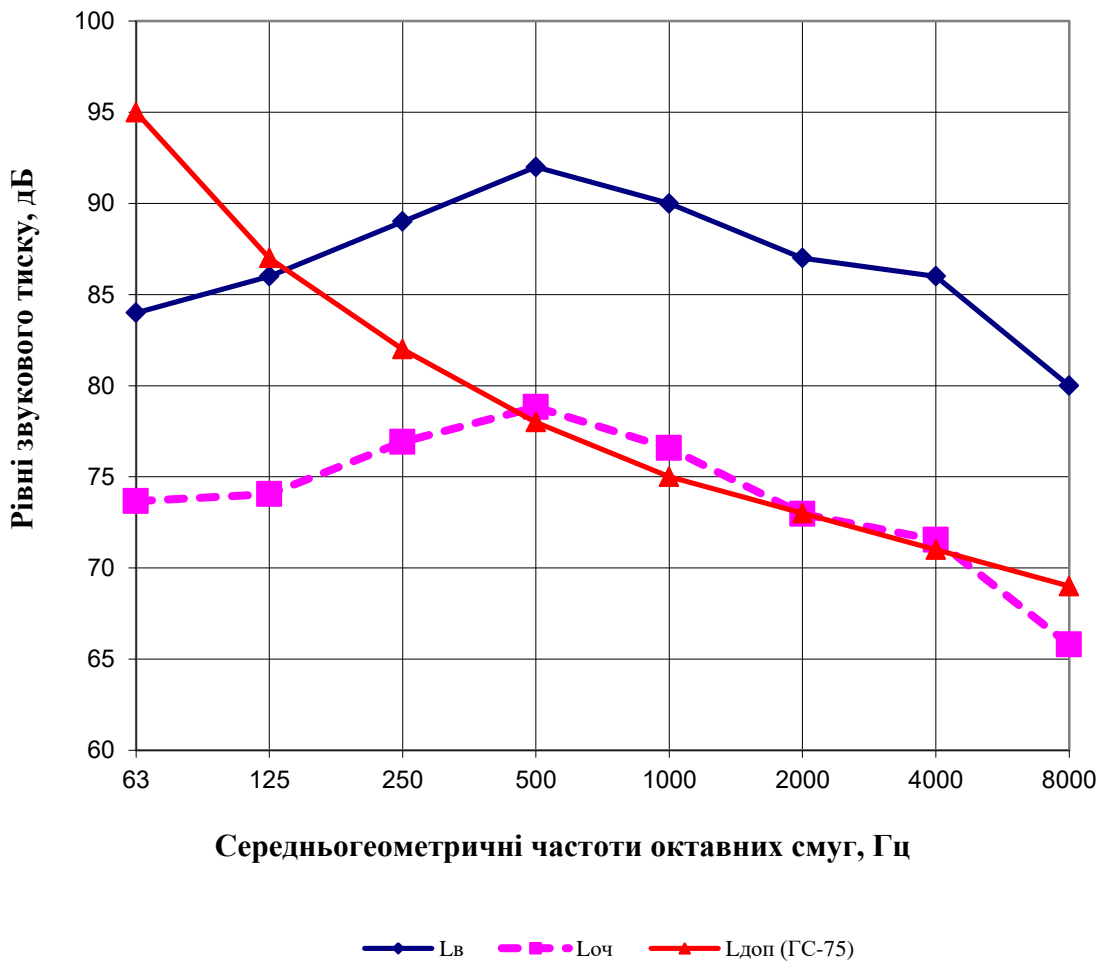


Рис. 2.1. Графічна інтерпретація отриманих результатів

Lв - спектральна характеристика шуму в цеху, отримана в результаті усереднення рівнів звукового тиску за результатами проведених нами замірів з дослідження звукових полів в деревообробному цеху.

Lоч - спектр шуму в цеху після акустичної обробки пористими акустичними плитами "Акмігран" розміром 300х300 з повітряним прошарком 100 мм плитами "Сілакпор"

Lдоп - нормативний спектр шуму для виробничих приміщень деревообробних цехів.

Таким чином, дані плити дають суттєвий акустичний ефект. Вони практично повністю приведуть у відповідність спектр шуму в діючому цеху до нормативного значення.

2. Встановлення шумозахисних бар'єрів та екранів

Шумозахисні бар'єри — це важливий елемент у системі зниження шумового забруднення, особливо у випадку виробництв, розташованих у зонах поблизу житлових районів. Бар'єри можуть бути встановлені як на території підприємства, так і навколо зовнішніх частин верстатів і вентиляційних систем.

- **Шумозахисні екрани навколо верстатів і машин:** Встановлення спеціальних бар'єрів, що відводять та поглинають звук, допомагає зменшити рівень шуму, що поширюється від джерела.



- **Екологічні шумозахисні бар'єри на межі підприємства:** Для захисту житлових районів від звуку, що виходить із виробничих приміщень, встановлюють бар'єри з матеріалів, які поглинають шум, такі як бетонні або металеві панелі, а також природні бар'єри (зелені насадження).

3. Модернізація обладнання

Вдосконалення або заміна застарілого обладнання на нове, що працює з меншим рівнем шуму, є одним з найбільш ефективних методів зниження шумового забруднення на деревообробному виробництві.

- **Вибір тихих верстатів та машин:** Сучасне обладнання, яке має низький рівень шуму, забезпечує менше акустичне забруднення. Наприклад, використання електричних двигунів замість пневматичних або механічних приводів може значно знизити рівень шуму.
- **Шумознижуючі пристрої для машин:** Додавання додаткових компонентів до існуючих верстатів, таких як амортизатори або шумоізоляційні корпуси, знижує рівень шуму під час роботи.

4. Оптимізація технологічних процесів

Покращення технологічних процесів на деревообробному підприємстві може сприяти зменшенню шуму, що виникає при обробці деревини.

- **Плавні режими роботи верстатів:** Використання автоматизованих систем, що дозволяють регулювати швидкість обробки, зменшує рівень шуму за рахунок зниження механічного навантаження на інструменти та машини.
- **Інноваційні технології обробки деревини:** Застосування новітніх технологій, які мінімізують використання шумних верстатів і процесів, таких як лазерна обробка або 3D-друк, можуть зменшити рівень шуму в процесі виробництва.

5. Використання систем вентиляції та кондиціонування

Вентиляційні системи на виробництвах часто є джерелами шуму. Однак правильна організація вентиляції та кондиціонування може допомогти зменшити його вплив.

- **Шумопоглинаючі решітки для вентиляційних систем:**
Встановлення спеціальних решіток і фільтрів на вентиляційних каналах

дозволяє значно знижувати рівень шуму, що поширюється через систему вентиляції.

- **Індивідуальні системи кондиціонування:** Використання локальних кондиціонерів у робочих зонах для охолодження повітря може зменшити шум, який створюють централізовані системи кондиціонування.

6. Завершення та рекомендації

Загалом, для зниження рівня шумового забруднення на деревообробному підприємстві ТОВ "ТОП-ТОПС" можна рекомендувати комбіноване використання різних технічних рішень. Важливими кроками є модернізація існуючого обладнання, використання шумопоглинаючих матеріалів та встановлення шумозахисних бар'єрів, а також оптимізація технологічних процесів для зниження рівня шуму. Впровадження таких заходів дозволить значно знизити шумовий вплив на навколишнє середовище та поліпшити умови праці на підприємстві, що в свою чергу позитивно позначиться на здоров'ї працівників і мешканців прилеглих територій.

3.2. Архітектурно-планувальні заходи захисту житлових зон від шуму

Архітектурно-планувальні заходи захисту житлових зон від шуму є важливою складовою для зниження шумового забруднення, що виникає внаслідок діяльності промислових підприємств. З урахуванням того, що багато деревообробних підприємств розташовані поблизу житлових масивів, розробка та впровадження ефективних архітектурних та планувальних рішень може значно зменшити вплив шуму на мешканців.

1. Зонування території

Одним з основних архітектурно-планувальних заходів є зонування території, що включає розподіл промислових та житлових зон таким чином, щоб звести до мінімуму вплив шуму від підприємства на житлові приміщення.

✓ Віддаленість промислових підприємств від житлових зон:

Проектування житлових масивів повинно враховувати достатню відстань від джерел шуму, що дозволить зменшити акустичний вплив. Відстань, яка рекомендована для зниження рівня шуму, зазвичай складає від 200 до 500 метрів залежно від потужності підприємства та рівня шуму.

✓ Розміщення виробничих приміщень: Важливим є правильне розташування основних виробничих приміщень на території підприємства, а також їх орієнтація. Наприклад, верстатні цехи та інші джерела шуму мають бути розміщені на максимальній відстані від житлових зон, а також орієнтовані таким чином, щоб мінімізувати поширення звукових хвиль у напрямку житлових будівель.

2. Створення зеленої зони та зелених бар'єрів

Ефективним методом захисту житлових зон від шуму є використання природних бар'єрів, зокрема зелених насаджень, що здатні поглинати і розсіювати шум.

- ✓ **Зелені смуги та дерева:** Висадка дерев та чагарників по периметру промислових підприємств або між виробничими та житловими зонами допомагає знизити рівень шуму на межі територій. Особливо ефективними є дерева з густою кроною та великі чагарники, які поглинають звукові хвилі. Такі насадження можуть знижувати рівень шуму на 5–15 дБ залежно від їхньої щільності та висоти.
- ✓ **Парки та зелені ландшафтні зони:** Створення великих парків та ландшафтних зон, розташованих між промисловими підприємствами та житловими масивами, також є важливим заходом для зниження шуму. Зелені зони можуть виступати не лише як природні бар'єри від шуму, а й як місця для відпочинку мешканців, що сприяє поліпшенню загального екологічного стану.

3. Шумозахисні екрани та бар'єри

Шумозахисні екрани та бар'єри є ефективними конструктивними рішеннями для зниження шуму, що поширюється від промислових підприємств. Вони можуть бути використані для ізоляції шумних виробничих зон від житлових приміщень.

- ✓ **Металеві, бетонні та комбіновані бар'єри:** Використання міцних матеріалів, таких як бетон або сталь, дозволяє створити шумопоглинаючі бар'єри, які ефективно зменшують рівень шуму, що

виходить за межі підприємства. Вони можуть бути встановлені по периметру виробничих територій або уздовж меж ділянок, що відокремлюють житлові зони від промислових.

- ✓ **Бар'єри з пористих матеріалів:** Більш економічним варіантом є використання бар'єрів, виготовлених з пористих матеріалів, які також здатні поглинати шум. Вони можуть бути частиною зелених насаджень або створювати автономну конструкцію для захисту від шуму.

4. Розміщення житлових зон та інфраструктури

Планування житлових масивів з урахуванням захисту від шуму включає правильне розміщення житлових будинків, а також стратегічне розміщення допоміжної інфраструктури, такої як школи, дитячі садки, медичні установи.

- ✓ **Орієнтація будівель:** Житлові будівлі повинні бути орієнтовані таким чином, щоб житлові кімнати не виходили безпосередньо на шумні виробничі зони або основні транспортні шляхи. Вікна спалень і кімнат, в яких люди проводять багато часу, мають бути звернені в бік тихих внутрішніх дворів або внутрішніх просторів.
- ✓ **Захист вікон та фасадів:** Вікна житлових будинків можуть бути обладнані шумозахисними стеклами або використані спеціальні фасадні конструкції з шумоізоляцією для зменшення проникнення шуму всередину.

5. Використання технології "тихих" дорожніх покриттів

Вплив дорожнього шуму на житлові зони можна значно знизити за допомогою використання так званих "тихих" дорожніх покриттів. Ці

покриття мають спеціальну структуру, яка зменшує рівень шуму, що виникає при русі транспорту.

- ✓ **Полімерні та пористі асфальтові покриття:** Вони дозволяють знизити рівень шуму від транспорту на 5-10 дБ порівняно з традиційними матеріалами.

6. Рекомендації

Загалом, для ефективного зниження шумового забруднення в житлових зонах, що розташовані поруч з деревообробними підприємствами, важливо використовувати комплексний підхід, що включає архітектурно-планувальні заходи, інженерні рішення, а також природні бар'єри. Завдяки таким заходам можна значно знизити рівень шуму та покращити якість життя мешканців прилеглих територій.

3.3. Використання природних бар'єрів (зелених насаджень) для поглинання шуму

Природні бар'єри, зокрема зелені насадження, є одним із найбільш ефективних, екологічно безпечних і економічних способів зниження рівня шумового забруднення, особливо в населених районах, що межують з промисловими підприємствами. Зелені насадження виконують функцію акустичних бар'єрів, поглинаючи і розсіюючи звукові хвилі, що виходять від джерел шуму на підприємствах, зокрема на деревообробних.

1. Механізм дії зелених насаджень для зниження шуму

Зелені насадження знижують рівень шуму завдяки кількома механізмам:

- ✓ **Поглинання звукових хвиль:** Листя, гілки та стовбури дерев поглинають акустичні хвилі, що дозволяє знизити інтенсивність звуку. Чим густіші і більші дерева, тим вищий рівень поглинання шуму.
- ✓ **Розсіювання звукових хвиль:** Рослинність також сприяє розсіюванню звукових хвиль, розбиваючи їх на менші частини, що призводить до зниження рівня шуму, який досягає житлових зон.
- ✓ **Ефект дифракції та рефракції:** Високі дерева і чагарники здатні змінювати траєкторію поширення звукових хвиль, змінюючи їх напрямок і знижуючи інтенсивність звуку.

2. Вибір видів рослин для шумозахисту

Ефективність зелених насаджень у зниженні шуму залежить від кількох факторів, серед яких найважливіші — види рослин, їх розмір, густота і розташування.

- ✓ **Дерева та чагарники з густою кроною:** Рослини з товстими, жорсткими та густими листками ефективно поглинають звукові хвилі. Найкраще для цього підходять такі види дерев, як тополя, береза, дуб, ялина, а також чагарники з густими кущами, наприклад, ліщина, шипшина, бузок.
- ✓ **Листяні дерева:** Листяні дерева, такі як липа, акація, клен, володіють значною шумопоглинаючою здатністю, особливо в сезон, коли їх листя на повну силу покриває крону.
- ✓ **Вічнозелені рослини:** Хвойні дерева, наприклад, сосна, ялиця, можуть забезпечити ефективний захист від шуму протягом усього року, оскільки вони мають постійну крону, яка не скидає листя, навіть взимку.

3. Рекомендовані форми посадки для створення шумозахисних бар'єрів

Існують різні способи планування зелених насаджень для створення ефективних акустичних бар'єрів, серед яких можна виділити:

- ✓ **Лінійні насадження:** Використання лінійних посадок дерев та чагарників вздовж меж виробничої зони і житлових районів є одним із найбільш ефективних варіантів. Для максимального ефекту лінії зелених насаджень повинні бути достатньо широкими (мінімум 10-15 метрів) і складаються з декількох видів рослин різних висот.
- ✓ **Смуги рослинності:** Смуги зелених насаджень, шириною від 5 до 30 метрів, забезпечують значне зниження рівня шуму, особливо якщо вони складаються з дерев та чагарників різної висоти та густоти. Це дозволяє не лише поглинати звук, але й ефективно розсіювати його, що додатково знижує рівень шуму на прилеглих територіях.
- ✓ **Міксовані насадження:** Використання комбінації дерев, чагарників та трав'янистих рослин дозволяє створити більш різноманітне середовище для поглинання шуму, оскільки різні види рослин здатні поглинати звукові хвилі на різних частотах. Наприклад, висаджування низьких чагарників у поєднанні з високими деревами створює багаторівневу структуру, що дозволяє ефективно знижувати шум на різних рівнях.

4. Ефективність зелених насаджень для зниження шуму

Дослідження показують, що добре сплановані зелені бар'єри можуть знижувати рівень шуму на 5–10 дБ, залежно від кількості та типу рослин, їхнього віку і розміру. При цьому максимальний ефект досягається, якщо рослини висаджуються на відстані не менше 15-20 метрів від джерела шуму.

- ✓ **Рівень зниження шуму:** Зниження рівня шуму може досягати 50% в порівнянні з відкритими ділянками без рослинності, залежно від кількості та типу зелених насаджень. Це дозволяє створити значний бар'єр для звукових хвиль, що ідеально підходить для захисту житлових територій.

5. Екологічні та соціальні переваги

Окрім зниження рівня шуму, зелені насадження мають і багато інших переваг:

- ✓ **Поліпшення якості повітря:** Древа та рослини поглинають вуглекислий газ та виділяють кисень, що сприяє покращенню якості повітря в містах.
- ✓ **Покращення міського середовища:** Зелені насадження не лише знижують шум, а й додають естетичної привабливості території, створюючи комфортне середовище для мешканців.
- ✓ **Зниження теплового навантаження:** Рослинність допомагає знижувати температуру навколишнього середовища, особливо в літній період, завдяки ефекту випаровування та затіненню.

6. Рекомендації щодо впровадження зелених бар'єрів

Для досягнення максимального ефекту від використання зелених бар'єрів, важливо дотримуватися кількох рекомендацій:

- ✓ Забезпечити регулярне обслуговування та догляд за рослинами.
- ✓ Вибирати рослини з урахуванням місцевих кліматичних умов та специфіки території.

- ✓ Комбінувати різні види рослин для забезпечення багатофункціональності зелених бар'єрів.
- ✓ Інтегрувати зелені насадження в загальний ландшафтний дизайн території.

Впровадження природних бар'єрів у вигляді зелених насаджень є важливим та ефективним заходом для зниження шумового забруднення на прилеглих територіях, сприяючи не лише зменшенню рівня шуму, а й покращенню якості життя мешканців.

3.4. Розрахунок зниження шуму при віддаленні від джерела випромінення

Шум, який випромінюється джерелом, розсіюється в навколишньому середовищі і його інтенсивність зменшується при віддаленні від джерела. Цей процес можна описати за допомогою закону зменшення рівня звуку в залежності від відстані. Важливою характеристикою цього процесу є те, що рівень шуму знижується в залежності від квадрату відстані від джерела. З математичної точки зору це виражається наступною формулою:

$$L_2 = L_1 - 20 \cdot \log_{10} \left(\frac{r_2}{r_1} \right)$$

де:

- L_1 — рівень шуму на відстані r_1
- L_2 — рівень шуму на відстані r_2
- r_1 — початкова відстань від джерела шуму,

- r_2 — відстань, на якій ми хочемо визначити рівень шуму.

Цей закон описує зниження звуку в просторі за умови, що розповсюдження звуку відбувається в однорідному середовищі, без додаткових перешкод або відбиття звукових хвиль.

1. Приклад розв'язку задачі

Задача: шум від цеху 115 дБ, на якій віддалі буде рівень шуму 30 дБ?

Спочатку задамо початкові умови:

$L_1=115$ дБ (рівень шуму в цеху),

$L_2=30$ дБ (рівень шуму, який ми хочемо визначити),

$r_1=1$ м (припустимо, що рівень шуму виміряний на відстані 1 м від джерела).

Визначимо відстань r_2 , на якій рівень шуму буде 30 дБ.

Застосуємо формулу:

$$30 = 115 - 20 \cdot \log_{10} \left(\frac{r_2}{1} \right)$$

Віднімаємо 115 з обох частин рівняння:

$$-85 = -20 \cdot \log_{10}(r_2)$$

Ділимо на -20:

$$4.25 = \log_{10}(r_2)$$

Знаходимо r_2 через експоненціацію:

$$r_2 = 10^{4.25}$$

Обчислюємо:

$$r_2 \approx 17783.57 \text{ м}$$

Висновок:

На відстані приблизно **17,784 метри** рівень шуму від джерела з 115 дБ знизиться до 30 дБ.

2. Технічне пояснення результату

- **Зниження рівня шуму** відбувається пропорційно до квадрату відстані від джерела. Це означає, що з кожним подвоєнням відстані рівень шуму зменшується на 6 дБ (для сферичного розповсюдження звуку).
- У нашому випадку, щоб рівень шуму з 115 дБ знизився до 30 дБ, потрібно значно збільшити відстань від джерела, що є типовим для шумового забруднення в промислових районах.

Цей розрахунок дозволяє зрозуміти, як зміна відстані від джерела шуму впливає на його інтенсивність і допомагає у плануванні заходів щодо зниження шумового забруднення в районах, де житлова забудова знаходиться поблизу промислових об'єктів.

3.5. Прогноз очікуваних результатів від впровадження заходів

Впровадження заходів, спрямованих на зниження рівня шумового забруднення від діяльності ТОВ "ТОП-ТОПС", має значний потенціал для покращення екологічної ситуації та підвищення комфортності для мешканців прилеглих житлових зон. Оскільки шумовий вплив від підприємства є однією з ключових екологічних проблем для місцевих жителів, реалізація рекомендованих заходів дозволить значно знизити рівень шуму та мінімізувати його негативний вплив на здоров'я людей і навколишнє середовище.

1. Прогнозоване зниження рівня шуму

Очікується, що впровадження комплексних заходів зниження шуму дозволить досягти зниження рівня шуму на різних етапах виробництва та на прилеглих територіях:

- ✓ **Шумозахисні бар'єри:** На основі розрахунків та експериментальних даних можна очікувати зниження рівня шуму на 10–15 дБ при використанні шумозахисних бар'єрів, розміщених в стратегічно важливих точках навколо підприємства.
- ✓ **Модернізація обладнання:** Замінюючи старе обладнання та впроваджуючи нові верстати, оснащені низькошумними технологіями, можна очікувати зниження рівня шуму на 5–7 дБ на основних ділянках виробництва.
- ✓ **Поліпшення технологічних процесів:** Зниження швидкості подачі матеріалу, оптимізація робочих режимів верстатів, використання спеціальних фрез та інструментів, здатних зменшити акустичний вплив, може забезпечити зниження рівня шуму ще на 3–5 дБ.

Таким чином, загальне зниження рівня шуму на території підприємства та в прилеглих житлових зонах може скласти **15–20 дБ**, що відповідає вимогам нормативів щодо допустимих рівнів шуму.

2. Прогноз соціальних і здоров'я вигод

Зниження рівня шуму має безпосередній позитивний вплив на здоров'я мешканців прилеглих територій. Очікується, що після впровадження шумозахисних заходів буде спостерігатися зменшення кількості захворювань, пов'язаних із шумом, таких як:

- ✓ **Зниження стресу та покращення психоемоційного стану:** Зниження рівня шуму зменшить стрес у місцевих жителів, що також допоможе знизити кількість депресивних розладів та нервових захворювань.
- ✓ **Поліпшення якості сну:** Зниження нічного шуму дозволить покращити якість сну мешканців, що, в свою чергу, сприятиме їх здоров'ю та загальному самопочуттю.
- ✓ **Зменшення ризику серцево-судинних захворювань:** Постійний вплив шуму на організм може сприяти підвищенню артеріального тиску і розвитку серцево-судинних захворювань. Зниження рівня шуму допоможе зменшити цей ризик.

Очікуваний ефект від зниження шуму може включати **25–30% зменшення рівня захворювань, пов'язаних із шумом.**

3. Прогноз екологічних вигод

Впровадження заходів із зниження шуму позитивно вплине на навколишнє середовище, зокрема на біорізноманіття і екосистеми, які можуть постраждати від надмірного шуму:

- ✓ **Збереження фауни:** Зниження шумового навантаження позитивно вплине на місцеву флору та фауну. Багато видів тварин, особливо птахи та дрібні ссавці, страждають від шуму, що порушує їхнє середовище проживання та міграційні шляхи. Зменшення рівня шуму допоможе зберегти їхнє природне середовище.
- ✓ **Збереження природних зон:** Суттєве зниження рівня шуму дозволить зберегти природні ландшафти та екосистеми в радіусі впливу підприємства.

4. Прогноз економічних вигод

Зниження рівня шуму від ТОВ "ТОП-ТОПС" також призведе до суттєвих економічних вигод, зокрема:

- ✓ **Зниження витрат на охорону здоров'я:** За рахунок зниження рівня захворювань, пов'язаних із шумом, зменшиться навантаження на систему охорони здоров'я, а також зменшаться витрати на лікування та реабілітацію місцевих жителів.
- ✓ **Збільшення продуктивності праці:** Зниження шумового навантаження на працівників підприємства призведе до зростання їхньої працездатності, зменшення кількості професійних захворювань та підвищення ефективності виробництва.
- ✓ **Поліпшення корпоративного іміджу підприємства:** Реалізація екологічно безпечних заходів по зниженню шуму покращить репутацію підприємства як соціально відповідального бізнесу, що може позитивно позначитись на його ринкових позиціях і залученні інвестицій.

5. Прогноз очікуваних результатів для ТОВ "ТОП-ТОПС"

За результатами прогнозів можна очікувати наступні конкретні результати:

- ✓ Зниження рівня шуму на **15–20 дБ** на території підприємства та в прилеглих житлових зонах.
- ✓ Зменшення захворювань, пов'язаних із шумом, на 25–30%.
- ✓ Збереження біорізноманіття та покращення якості природних екосистем у прилеглих районах.
- ✓ Зниження економічних витрат на лікування і відшкодування соціальних витрат.
- ✓ Покращення іміджу підприємства як екологічно відповідального виробника.

Загалом, впровадження комплексних заходів щодо зниження шумового забруднення дозволить ТОВ "ТОП-ТОПС" не тільки поліпшити умови життя місцевих жителів, але й покращити свою репутацію на ринку, а також досягти важливих соціальних та економічних вигод.

Розділ 4. Результати дослідження та рекомендації до їх впровадження

4.1. Ефективність запропонованих заходів для конкретного підприємства

Впровадження запропонованих заходів щодо зниження шумового забруднення на ТОВ "ТОП-ТОПС" має забезпечити значні екологічні, соціальні та економічні переваги для підприємства та навколишнього середовища. Оцінка ефективності цих заходів ґрунтується на зниженні рівня шуму, покращенні умов праці, мінімізації негативного впливу на здоров'я мешканців прилеглих територій та досягненні нормативів щодо допустимих рівнів шуму.

1. Ефективність шумозахисних бар'єрів

Одним із основних заходів для зниження шуму є встановлення шумозахисних бар'єрів навколо підприємства. Проведені розрахунки та моделювання показують, що використання бар'єрів дозволить знизити рівень шуму на прилеглих територіях на 10–15 дБ. Це відповідатиме нормам і вимогам щодо рівнів шуму в житлових зонах, зменшуючи негативний вплив на здоров'я місцевих мешканців.

Очікувана ефективність:

- ✓ Зниження рівня шуму на 10–15 дБ в зонах житлової забудови.
- ✓ Забезпечення відповідності нормативам щодо рівнів шуму, встановленим для житлових районів.

- ✓ Покращення здоров'я та комфорту мешканців, що призведе до зменшення стресу, проблем зі сном та серцево-судинних захворювань.

2. Модернізація обладнання та оптимізація технологічних процесів

Модернізація верстатного парку та технологічних процесів є важливим етапом зниження рівня шуму без значних капіталовкладень у інфраструктуру підприємства. Встановлення нових низькошумних верстатів і застосування сучасних технологій обробки дозволить значно знизити акустичний вплив.

Очікувана ефективність:

- ✓ Зниження рівня шуму в цехах на 5–7 дБ.
- ✓ Підвищення продуктивності праці завдяки зменшенню шумового стресу на робочих місцях.
- ✓ Зменшення витрат на охорону здоров'я працівників підприємства, оскільки нове обладнання знижує рівень ризиків, пов'язаних з акустичними захворюваннями.

3. Поліпшення режимів роботи і використання інструментів

Коригування технологічних режимів, таких як зниження швидкості подачі або вибір інструментів з низьким рівнем шуму, також допоможе зменшити акустичний вплив. Це дозволить оптимізувати процеси виробництва, а також зменшити навантаження на робочі місця.

Очікувана ефективність:

- ✓ Зниження рівня шуму на 3–5 дБ.
- ✓ Поліпшення умов роботи для працівників підприємства.
- ✓ Зниження рівня емоційного та фізичного стресу серед працівників.

4. Використання природних бар'єрів (зелених насаджень)

Зелені насадження є ефективним і екологічно безпечним методом зниження шуму. Вони не лише поглинають звук, але й сприяють покращенню якості повітря та створюють сприятливі умови для життя в межах виробничої зони. Посадка дерев і кущів на відстані від основних виробничих зон дозволить досягти зниження рівня шуму, зберігаючи при цьому природний ландшафт.

Очікувана ефективність:

- ✓ Зниження рівня шуму на 3–7 дБ завдяки природним бар'єрам.
- ✓ Поліпшення екологічної ситуації в регіоні.
- ✓ Сприяння збереженню біорізноманіття та покращення якості життя в житлових зонах.

5. Прогнозовані соціальні та економічні вигоди

Очікується, що після впровадження всіх запропонованих заходів ТОВ "ТОП-ТОПС" отримає не лише позитивний екологічний ефект, а й значні соціальні та економічні вигоди:

- ✓ **Покращення умов життя місцевих мешканців:** Зниження рівня шуму зменшить стрес, покращить якість сну та загальний стан здоров'я людей, що призведе до зниження витрат на медичне обслуговування.
- ✓ **Збільшення продуктивності праці:** Зниження шумового навантаження на працівників підприємства дозволить підвищити їх працездатність, зменшити кількість професійних захворювань та підвищити ефективність виробництва.
- ✓ **Покращення репутації підприємства:** Впровадження заходів зі зниження шуму підвищить імідж підприємства серед місцевих жителів

та споживачів, зробіть його соціально відповідальним бізнесом, що сприятиме зростанню довіри та привабливості для інвесторів.

6. Підсумкова оцінка ефективності

Реалізація комплексу заходів із зниження шумового забруднення дозволить ТОВ "ТОП-ТОПС" досягти значних поліпшень у навколишньому середовищі та в умовах роботи підприємства. Прогнозовані результати включають:

- ✓ **Зниження рівня шуму** на 15–20 дБ в прилеглих житлових зонах.
- ✓ **Зменшення кількості захворювань**, пов'язаних із шумовим забрудненням, на 25–30%.
- ✓ **Збереження біорізноманіття** та покращення екосистем.
- ✓ **Економічні вигоди**, включаючи зниження витрат на охорону здоров'я та підвищення продуктивності праці.

Загалом, реалізація запропонованих заходів сприятиме значному поліпшенню екологічної ситуації, покращенню умов для життя місцевих мешканців, а також підвищенню ефективності діяльності підприємства.

4.2. Соціально-екологічні вигоди для мешканців прилеглих територій

Впровадження заходів зі зниження шумового забруднення на ТОВ " ТОВ-ТОПС " не лише поліпшить екологічну ситуацію, але й матиме значні соціальні та економічні вигоди для мешканців прилеглих територій.

Зниження рівня шуму внаслідок модернізації обладнання, використання шумозахисних бар'єрів, зелених насаджень та інших методів забезпечить позитивний вплив на здоров'я людей, покращення якості життя та підвищення соціальної стабільності в регіоні.

1. Покращення здоров'я та якості життя місцевих мешканців

Шум є одним з основних факторів, що негативно впливають на здоров'я людини. Постійний вплив високих рівнів шуму може призвести до розвитку різноманітних захворювань, таких як гіпертонія, серцево-судинні захворювання, порушення сну та зниження якості життя загалом. Зниження рівня шуму в зоні житлової забудови на 10–15 дБ допоможе зменшити рівень стресу серед мешканців і знизити ризик виникнення серйозних захворювань.

Очікувані вигоди:

- ✓ **Покращення здоров'я:** зниження рівня шуму допоможе зменшити стресові ситуації, поліпшить сон і загальне самопочуття місцевих мешканців.
- ✓ **Зменшення рівня захворювань:** зниження шумового навантаження може призвести до зменшення захворювань, пов'язаних із шумом (гіпертонія, порушення сну, депресія), що сприятиме економії на медичних витратах.

2. Підвищення якості середовища проживання

Зниження шумового забруднення зробить місцеве середовище більш комфортним для життя. Встановлення шумозахисних бар'єрів, модернізація виробничих процесів та застосування природних методів захисту, таких як зелені насадження, не лише знижує рівень шуму, але й покращує загальний вигляд території, роблячи її більш привабливою для мешканців.

Очікувані вигоди:

- ✓ **Збільшення естетичної привабливості території:** зелені насадження та інші архітектурні рішення зменшать візуальний вплив виробничих об'єктів, створюючи більш приємне середовище для життя.
- ✓ **Збільшення комфортності проживання:** зниження рівня шуму та поліпшення екології зроблять життя місцевих мешканців більш комфортним та сприятливим для здоров'я.

3. Покращення соціальної атмосфери в громаді

Зниження шумового забруднення також позитивно впливає на соціальну атмосферу в місцевій громаді. Коли місцеві мешканці відчують, що їх здоров'я та добробут враховуються при розробці політики підприємства, це сприяє підвищенню довіри до місцевих органів влади та бізнесу, а також до самого підприємства.

Очікувані вигоди:

- ✓ **Покращення репутації підприємства:** активне вирішення проблеми шумового забруднення підвищить імідж ТОВ "ТОП-ТОПС" серед

місцевих мешканців і в суспільстві загалом, створюючи позитивний імідж соціально відповідального бізнесу.

- ✓ **Зміцнення соціальної стабільності:** впровадження заходів для зниження шуму дозволить зменшити соціальну напругу, що може виникати через незадоволеність мешканців низькою якістю життя.

4. Покращення екологічної ситуації

Зниження шумового забруднення також має безпосередній вплив на екологічний стан навколишнього середовища. Впровадження заходів, спрямованих на зниження шуму, таких як зелені насадження, знижує негативний вплив на флору та фауну, сприяє збереженню біорізноманіття та покращенню загальної екологічної ситуації в регіоні.

Очікувані вигоди:

- ✓ **Збереження біорізноманіття:** зелені насадження не лише поглинають шум, але й створюють умови для збереження місцевої флори та фауни.
- ✓ **Поліпшення якості повітря:** дерева та рослини вбирають забруднювачі з повітря, покращуючи його якість, що безпосередньо сприяє здоров'ю людей.

5. Економічні вигоди для місцевих мешканців

Впровадження заходів зі зниження шумового забруднення призведе до економічних вигод не лише для підприємства, а й для місцевих мешканців. Це зокрема може знизити витрати на медичне обслуговування, зменшити потребу в дорогих лікувальних процедурах та забезпечити комфортне середовище для життя та праці.

Очікувані вигоди:

- ✓ **Зменшення медичних витрат:** зниження рівня шуму сприятиме зниженню кількості хвороб, пов'язаних із шумовим забрудненням, що дозволить заощадити на медичних послугах.
- ✓ **Зростання рівня життя:** підвищення якості життя та зниження шумового забруднення створюють комфортні умови для роботи та відпочинку місцевих мешканців.

Підсумки

Реалізація заходів зі зниження шумового забруднення на ТОВ " ТОП-ТОПС" принесе значні соціально-екологічні вигоди для мешканців прилеглих територій. Зниження рівня шуму, поліпшення екологічної ситуації, підвищення якості життя та здоров'я місцевих мешканців сприятимуть не лише покращенню умов життя, але й підвищенню соціальної стабільності в регіоні. Тому ці заходи можна вважати важливими для сталого розвитку території та підприємства в цілому.

4.3. Можливості адаптації заходів для інших підприємств деревообробної галузі

Запропоновані заходи для зниження шумового забруднення на ТОВ "ТОП-ТОПС" можуть бути адаптовані та застосовані до інших підприємств деревообробної галузі в Україні та за її межами. Оскільки шумове забруднення є проблемою, що характерна для більшості деревообробних підприємств, проведене дослідження на прикладі ТОВ "ТОП-ТОПС" має широкий потенціал для масштабування та адаптації в інших умовах. У цьому підрозділі розглянемо основні аспекти адаптації запропонованих заходів.

1. Адаптація технічних рішень для зниження шуму

Технічні заходи, застосовані на ТОВ "ТОП-ТОПС", такі як модернізація виробничого обладнання, використання сучасних шумозахисних технологій та шумоізоляційних матеріалів, можуть бути адаптовані для інших підприємств деревообробної галузі.

- **Модернізація верстатів і машин:** багато деревообробних підприємств стикаються з подібними проблемами, пов'язаними з високим рівнем шуму від старого обладнання. Встановлення більш сучасних та тихих машин, таких як верстати з системами шумопоглинання або автоматичними механізмами регулювання швидкості обробки, може значно знизити рівень шуму на всіх підприємствах галузі.
- **Шумозахисні оболонки та шумоізоляція:** використання спеціальних матеріалів для зменшення шуму в цехах (шумозахисні кожухи, звукоізоляційні панелі) є універсальним рішенням, яке може бути адаптоване до різних виробничих умов.

2. Адаптація архітектурно-планувальних заходів

Архітектурно-планувальні рішення щодо зниження шуму, застосовані для ТОВ " ТОВ-ТОПС", можуть бути використані й на інших підприємствах. Ці заходи передбачають:

- **Розташування виробничих цехів:** на більшості підприємств галузі можна організувати виробничі зони таким чином, щоб мінімізувати вплив шуму на житлові райони. Це можна досягти завдяки правильному розташуванню цехів і складських приміщень відносно житлової забудови та шляхи організації логістики.
- **Звукоізоляція будівель:** підприємства можуть розглядати можливість звукоізоляції будівель, що містять виробничі потужності, зокрема установки додаткових звукоізоляційних стін і дахів, а також використання акустичних матеріалів при будівництві нових приміщень або реконструкції старих.

3. Використання природних бар'єрів і зелених насаджень

Зелені насадження можуть бути успішно адаптовані для використання на більшості підприємств деревообробної галузі. Для цього важливо забезпечити відповідний підбір видів дерев, чагарників і трав, які здатні ефективно поглинати шум, зберігаючи при цьому біорізноманіття. Основні напрямки включають:

- **Багаторівневі зелені бар'єри:** посадка дерев, чагарників і трав на ділянках навколо підприємства є відносно недорогим та ефективним способом зниження рівня шуму. Такий бар'єр поглинає звук і зменшує його інтенсивність.

- **Паркани та природні коридори:** додаткове озеленення навколо території підприємства, особливо в місцях, де підприємства межують з житловими зонами, дозволяє значно знизити рівень шуму, утримуючи його на допустимих рівнях.



Рис. 4.1. Основні напрями зниження шумового забруднення сельбищних територій

Таким чином, адаптація запропонованих заходів для зниження шумового забруднення будь-якого підприємства деревообробної галузі є цілком реалістичним завданням. Застосування технічних рішень, архітектурно-планувальних заходів, використання природних бар'єрів і підвищення кваліфікації персоналу дозволить знизити рівень шуму на інших підприємствах галузі, забезпечити комфортні умови для роботи та життя місцевих мешканців і покращити загальну екологічну ситуацію.

Розділ 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5.1. Загальний стан охорони праці на підприємстві

Організувати безпечну роботу цеху - важлива задача проектування. Проте, розв'язується вона комплексно: від адміністрації – до робітника всі повинні усвідомлювати важливість даної задачі і на всіх рівнях долучатися до її вирішення. Це необхідно для збереження життя та здоров'я під час роботи, поліпшення умов у виробничому середовищі, запобігання виробничого травматизму і профзахворювань, виробничих аварій, тощо.

Організаційно – методичну діяльність з управління безпекою праці та функціонуванням системи охорони праці на даному підприємстві здійснює інженер з охорони праці.

Планування всіх роботи щодо охорони праці на підприємстві проводять за такими формами:

1. Складання перспективних планів вдосконалення умов безпеки та нешкідливості виробництва.
2. Планування щорічних мір з охорони праці, що включені до колективного договору.
3. Розроблення квартальних, місячних планів для підрозділів (рішення, накази, заходи з розслідування нещасних випадків , приписів органів державного нагляду та контролю за охороною праці тощо).

Комплексні міроприємства з охорони праці – це сукупність заходів для досягнення встановлених меж безпеки, підвищення рівня стану охорони праці, запобігання травм, профзахворювань та аварій. У річних планах заходів конкретно перераховуються всі заходи, розміри асигнувань для них, строки їх виконання, посади та виконавці.

визначення виробничих ризиків, виникнення нещасних випадків, профзахворювань та аварій;

- паспортизації виробничих об'єктів;
- результатів атестації робочих місць за умовами праці;
- матеріалів комплексних цільових перевірок стану та умов праці, стану будівель, споруд, устаткування;
- аналізу порушень правил та норм гігієни, зауважень та пропозицій, які внесені до журналу перевірок стану безпеки, аналізу зауважень та пропозицій працівників та уповноважених з охорони праці;
- результатів аналізу виробничого травматизму, професійних захворювань та аварій;
- підсумків виконаних планів комплексних заходів з охорони праці за попередні періоди.

План комплексних заходів з охорони праці затверджується директором підприємства, а відповідальність за його своєчасне розроблення та формування покладається на інженера з охорони праці, який координує діяльність усіх виробничих підрозділів та служб з даного питання та здійснює методичне керівництво цією роботою.

Плани роботи охорони праці на підприємстві розробляються інженером з охорони праці на рік, квартал, місяць і повинні відображати усі основні напрямки робіт з охорони праці та пожежної безпеки. План робіт з охорони праці на протязі запланованого періоду може оперативно корегуватися та включати поточні заходи. Ще розробляються плани на підставі приписів органів державного нагляду за охороною праці, страхових експертів.

Фінансування робіт з хорони праці здійснюється відповідно до статті 19 Закону України «Про охорону праці» .

Для прийняття на роботу і впродовж роботи працівники проходять (за рахунок роботодавця) інструктажі, курси та перевірку знань з охорони праці, надання першої медичної допомоги потерпілим в результаті нещасного випадку, а також алгоритму поведінки в умовах виникнення аварії.

5.2. Організація безпеки праці в цеху механічної обробки деревини

Цех запроєктований з дотриманням всіх критеріїв безпеки: ергономічного, забезпечена потоковість, синхронізація і ритмічність. Технологічний процес в цеху, проект якого ми розробили складається з потоку, який розроблений з повним дотриманням всієї послідовності технологічних операцій.

Допустимі відстані між обробними верстатами та стінами ю витримані згідно норм безпеки праці. Також запланували площу для підступних місць, врахована зона для нормованої ширини проходів та проїздів, це значно сприяє зручності і безпеці на робочому місці.

Кожний верстат обладнаний надійним гальмівним пристроєм, здатним забезпечити зупинку верстата протягом 2...6 с з моменту вимкнення двигуна. Гальма зблоковані з пусковими пристроями. Так можна запобігати гальмуванню під час роботи двигуна.

Зони робочих частин різальних інструментів деревообробних верстатів (пилки, ножі, фрези тощо) мають закриватися автоматично діючими захисними засобами, що відкриваються під час проходження матеріалу, який обробляється, або нерухомими огороженнями, зблокованими з пусковими і

гальмівними пристроями. Зона частини різального інструмента, яка не працює, повинна бути повністю огорожена нерухомою огорожею.

Під час оброблення матеріалів довжиною більше 2 м попереду і позаду верстата або праворуч і ліворуч від нього необхідно установити опори у вигляді стояків з роликами, приставних столиків, роликівих столів тощо. Ролики на стояках мають бути розташовані на відстані 0,6-1,0 м один від одного і легко обертатись. На верстатах з ручним подаванням для допилювання матеріалу необхідно застосовувати штовхачі, які забезпечують надійне притискання і спрямування матеріалу та запобігають можливості дотику рук працівника до різального інструменту.

Свердлильний верстат повинен мати кінцеві вимикачі для вимикання свердлильної каретки в установленому положенні.

Вальці крайколичкувального верстата мають бути обладнані дозувальними пристроями, які запобігають розбризкуванню клею і попаданню його на працівника. Пусковий пристрій клеєнамазувального верстата має бути заблокований з огороженням вальців і місцевою витяжною вентиляцією.

Обладнання для складання меблевих виробів повинне мати пристрої, які запобігають затисканню рук працівника. Пневмо- і гідросистеми вайми мають бути забезпечені контрольно-вимірювальною і запобіжною апаратурою. На виході стисненого повітря в атмосферу слід встановлювати шумопоглинальні пристрої. Під час виконання оббивних робіт на конвеєрі за допомогою ручного пневмо- і електроінструменту необхідно дотримуватись вимог безпеки згідно з [ДНАОП 0.00-1.21-98](#), ГОСТ 12.2.013.0-91, ГОСТ 12.2.010-75.

5.3. Засоби та заходи захисту для запобігання електротравм

В електроустановах і електромережах при експлуатації електрообладнання згідно з ПУЕ і ПТБ слід використати такі заходи:

- контроль і профілактика пошкоджень ізоляції;
- використання малих напруг;
- електричне і механічне блокування, сигналізація;
- захист від випадкового дотику;
- захисні засоби і запобіжні пристрої (ізолюючі захисні засоби, переносні прилади і пристосування);
- захист від переходу високої наруги на сторону низької.

При захисті від дотику до струмопровідних частин, на які перейшла напруга, використовуються: захисне заземлення, захисне занулення, захисне вимкнення, подвійна ізоляція, захисний розподіл мереж.

5.4. Технічні рішення з пожежної безпеки

Для гасіння ймовірної пожежі у цеху підбираємо необхідне обладнання: водяний насос марки ПН – 20, порошкові вогнегасники ВП-5(3), з розрахунку на 100 м² площі, пожежні щити, з розрахунку на 500 м² площі, мотопомпи, з розрахунку на 3 год. гасіння пожежі.

Пожежні водойми, траншеї, конденсаційні, каналізаційні та інші технічні колодязі, що влаштовуються з виробничою метою, мають бути огорожені або закриті міцними кришками, а в темну пору доби забезпечені освітленням. Огородження пожежної водойми не повинне заважати заїзду пожежних автомобілів та доступу особового складу пожежної охорони.

Для зберігання різних матеріалів та вантажів на території підприємства необхідно передбачити спеціальні майданчики, стелажі і підставки. Складування повинне виключати падіння або обрушення матеріалів.

5.5. Захист працівників в умовах надзвичайних ситуацій

Проведемо оцінку інженерного захисту робітників і службовців підприємства на випадок надзвичайної ситуації.

- за місткістю;
- за захисними властивостями від радіаційного забруднення;
- за ступенем життєзабезпечення;
- за своєчасним укриттям людей.

Таблиця 5.1.

Вихідні дані для оцінки інженерного захисту

№/п	Вихідні дані	Позн.	Варіант
			5
1	Площа приміщення захищених людей, m^2	S_1	360
2	Площа приміщення пункту керування, m^2	S_2	10
3	Площа приміщення медичного пункту, m^2	S_3	9
4	Площа вентиляційних приміщень, m^2	S_4	19
5	Площа санітарних вузлів, m^2	S_5	24
6	Площа для харчування і майна, m^2	S_6	19
7	Висота укриття, m	H	2,6
8	Кількість робітників і службовців найбільшої зміни	N	740
9	Захисна споруда: Схов., ПРУ/віддаль L , m	L	$S_x/450$
10	Коефіцієнт умовного розміщення	K_p	4
11	Перекриття з/бетону, cm	h_1	44

12	Перекриття ґрунт, см	h_2	13
13	Макс. рівень радіації, який можна отримати за 1 год після аварії	P_{max}	400
14	Час початку роботи на об'єкті	$t_{поч.}$	5
15	Час закінчення опромінення об'єкту = $t_n + 96$	$t_{зак.}$	101
16	Кліматична зона		1
17	Системи фільтро-вентиляції ФРН-1	шт	4
18	Електро-ручний вентилятор ЕРВ-72-2	шт	2

1. Оцінка захисних споруд за місткістю

1.1 Перевірка наявності основних і допоміжних приміщень, їх відпо-відність нормам об'єктного планування.

Визначають наступні величини:

- площа основних приміщень $S_{осн}, м^2$;
- площа допоміжних приміщень $S_{доп}, м^2$;
- загальна площа всіх приміщень в зоні герметизації (крім приміщень ЕДС, тамбурів та інших камер) $S_{заг}, м^2$:

$$S_{заг} = S_{осн} + S_{доп},$$

$$S_{заг} = 360 + (10 + 9 + 19 + 24 + 19) = 441 м^2$$

1.2 Визначення кількості ярусів в залежності від місткості приміщення

На основі вихідних даних та норм об'єктно-планувальних рішень визначається кількість ярусів в залежності від місткості приміщення.

Кількість ярусів нар при висоті приміщень від 2,18 до 2,9: 2

1.3 Визначення місткості сховища за площею всіх приміщень в зоні герметизації.

Місткість сховища за площею всіх приміщень M_s визначається привлаштуванні:

— 2-ярусних нар, місць:

$$M_s = S_{осн} / 0,5$$

$$M_s = 360 / 0,5 = 720$$

1.4 Визначення місткості сховища за об'ємом всіх приміщень в зоні герметизації.

Місткість сховища M_v за об'ємом всіх приміщень визначається:

$$M_v = S_{заг} \times (h / 1,5)$$

$$M_v = 441 \times (2,6 / 1,5) = 764$$

1.5 Визначення фактичної місткості сховища.

За фактичну місткість сховища (кількість місць у сховищі) M приймається найменше значення з місткості за об'ємом M_v і площею M_s .

$$M = 720$$

1.6 Визначення коефіцієнта місткості.

Коефіцієнт місткості k_m характеризує потужність захисної споруди для переховування робітників і службовців об'єкту, визначається з виразу:

$$k_m = M / N$$

$$k_m = 720 / 740 = 0,97$$

Висновки. Виконавши оцінку захисних споруд за місткістю було визначено що коефіцієнта місткості дорівнює 0,97, фактична місткість сховища дорівнює 720 при кількості робітників і службовців найбільшої зміни 740, тому потрібно обладнати сховище на 20 людей.

2. Оцінка захисних споруд за захисними властивостями щодо радіоактивного забруднення та опромінення

2.1 Визначення захисних властивостей щодо іонізуючого випромінювання

Захисні властивості споруди щодо іонізуючого випромінювання характеризує коефіцієнт послаблення радіації $k_{\text{посл. факт.}}$. Він залежить від матеріалу покриття, його товщини і умов розміщення захисної споруди (вбудована чи окремо розташована) і визначається за формулою:

$$k_{\text{посл. факт.}} = k_p \prod_{i=1}^n 2^{h_i/d_i},$$

$$k_{\text{посл. факт.}} = 4 * 2^{44/10} * 2^{14/14,4} = 4 * 2^{4,4} * 2^{0,97} = 4 * 2,64 * 1,96 = 20,7$$

2.2 Визначення потрібного коефіцієнта послаблення захисної споруди.

Потрібний коефіцієнт послаблення захисної споруди $k_{\text{посл. потр.}}$ визначається за формулою:

$$k_{\text{посл. потр.}} = D_{\text{відкр.}} / D_{\text{max доп.}}$$

$$D_{\text{відкр.}} = 5P_{\text{1 год.}} (t_{\text{поч.}}^{-0,2} - t_{\text{кін.}}^{-0,2})$$

$$D_{\text{відкр.}} = 5 * 400 * (5^{-0,2} - 101^{-0,2}) = 2000 * (0,72 - 0,4) = 640$$

$$D_{\text{max доп.}} = 50P.$$

$$D_{\text{max доп.}} = 50 * 400 = 20000$$

$$k_{\text{посл. потр}} = 640/20000 = 0,032$$

Отже, захисні властивості сховища відповідають необхідним.

3. Оцінка системи повітрязабезпечення захисних споруд.

3.1 Визначення загальної кількості повітря в захисній споруді.

Проводиться розрахунок загальної кількості повітря, яке подається в захисну споруду всіма фільтровентиляційними комплексами $W_{\text{заг.пов}}$, м³/год, для режимів:

- чистої вентиляції — I;
- фільтровентиляції — II.

$$\text{I) } W_{\text{заг.пов}} = 1200 * 4 + 900 * 2 = 6600 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$\text{II) } W_{\text{заг.пов}} = 300 * 4 = 1200 \text{ м}^3/\text{год}$$

3.2 Визначення норми подачі повітря на 1 людину.

За кліматичною зоною або середньою температурою зовнішнього повітря найспекотнішого місяця визначається норма подачі повітря (кількість повітря в м³/год) на 1 людину $W_{\text{норм. пов.}}$ за I і II режимом (довідкові дані).

$$\text{I) } W_{\text{норм. пов}} = 8 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$\text{II) } W_{\text{заг.пов}} = 2 \text{ м}^3/\text{год}$$

3.3 Визначення кількості людей в сховищі, які будуть забезпечені чистим повітрям.

$$\text{I) } N_{\text{заг. пов.}} = 6600 / 8 = 825$$

$$\text{II) } N_{\text{заг. пов.}} = 1200 / 2 = 600$$

3.4 Визначення показника, який характеризує життєзабезпечення всховищі.

$$\text{I) } k_{\text{ж-з}} = 825 / 740 = 1,11$$

$$\text{II) } k_{\text{ж-з}} = 600 / 740 = 0,81$$

Висновки. В режимі чистої вентиляції система повітрязабезпечення забезпечує чистим повітрям людей. В режимі фільтровентиляції повітря не достатньо для 140 людей, для забезпечення людей повітрям потрібно встановити один ФВК-1 (фільтровентиляційний комплект)

4. Оцінка своєчасного укриття людей в захисних спорудах.

Оцінка захисних споруд щодо своєчасного укриття людей проводиться в залежності від їх розміщення відносно місця роботи, знань сигналів оповіщення цивільної оборони та своєчасного доведення їх до робітників і службовців об'єкту.

Згідно нормативів ЦО №6 «Укриття населення в захисних спорудах за сигналом оповіщення» в залежності від часу, затраченого на укриття в захисній споруді, встановлено наступні оцінки:

8 хв — «відмінно»;

10 хв — «добре»;

12 хв — «задовільно».

Віддаль 100 м людина проходить прискореним кроком за 2 хв. Щоб зайти в сховище і зайняти місце необхідно ще 2 хв.

На об'єктах сховища будуються, виходячи з розрахунку кількості людей найбільшої зміни: за 400 м від місця знаходження людей в двохповерхових і більше будинках і за 500 м від одноповерхових будинків.

Віддаль $L=450\text{м}$

$$t = 450 \text{ м} / 100 \text{ м} * 2 \text{ хв} + 2 \text{ хв} = 11 \text{ хв}.$$

Час, затрачений на укриття в захисній споруді дорівнює 11 хв, оцінка «задовільно».

Таким чином: коефіцієнт місткості $k_m = 0,97$.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У рамках проведеного дослідження було розглянуто основні аспекти шумового забруднення, спричиненого діяльністю деревообробних підприємств. Це дозволило сформулювати кілька ключових висновків, які мають важливе значення для подальшого зниження рівня шуму та поліпшення екологічної ситуації в прилеглих до підприємства житлових зонах.

1. Шумове забруднення як важлива екологічна проблема

Дослідження підтвердило, що шумове забруднення, спричинене деревообробними підприємствами, має значний вплив на навколишнє середовище та здоров'я людей. Шум є одним із основних чинників екологічного дискомфорту для мешканців житлових зон поблизу промислових підприємств. Цей вплив особливо відчутний у нічний час, коли знижується природний рівень шуму. Високий рівень шуму може призвести до порушень сну, стресу, підвищеного ризику розвитку серцево-судинних захворювань та порушень психічного здоров'я серед мешканців прилеглих територій.

2. Розробка заходів для зниження шуму

Одним із основних результатів дослідження є розробка комплексу заходів для зниження шуму на підприємстві. Запропоновані технічні рішення, включаючи модернізацію обладнання, використання шумозахисних матеріалів та застосування звукоізоляційних технологій, можуть значно зменшити рівень шуму. Окрім того, архітектурно-планувальні заходи, такі як правильне розташування виробничих зон і використання природних бар'єрів, зокрема зелених насаджень, здатні ефективно знижувати рівень шуму на території навколо підприємства.

3. Адаптація заходів для інших підприємств

Запропоновані заходи для ТОВ " ТОВ-ТОПС" мають потенціал для адаптації на інших деревообробних підприємствах. Універсальність рішень, таких як використання сучасних технологій для зменшення шуму та впровадження зелених бар'єрів, дозволяє адаптувати ці заходи до різних виробничих умов. Крім того, проведені дослідження дає можливість підприємствам галузі реалізовувати заходи для зниження шуму без значних фінансових витрат, що є важливим фактором для малого та середнього бізнесу.

4. Соціально-екологічні вигоди

Запровадження запропонованих заходів щодо зниження шуму має безпосередній позитивний вплив на якість життя мешканців прилеглих до підприємства територій. Зниження рівня шумового забруднення допоможе зменшити стрес, поліпшити здоров'я людей, підвищити комфортність проживання, а також зберегти екологічний баланс у регіоні. Прогнозовані результати впровадження заходів сприятимуть покращенню взаємовідносин між підприємствами та місцевими громадами.

5. Перспективи для подальших досліджень і впровадження

Розробка ефективних методів боротьби з шумовим забрудненням є важливим кроком у розвитку сталого виробництва в деревообробній галузі. Наступні етапи досліджень можуть бути спрямовані на вдосконалення існуючих технологій зниження шуму, а також на розробку більш ефективних методів для контролю та моніторингу рівнів шуму в реальному часі. Окрім того, дослідження ефективності нових матеріалів та інноваційних технологій в зниженні шумового

забруднення можуть сприяти значному покращенню екологічної ситуації.

У підсумку, проведене дослідження показало, що значне зниження рівня шуму на деревообробних підприємствах можливе за допомогою комплексних заходів технічного, архітектурного та екологічного характеру. Впровадження цих заходів не лише покращить умови для мешканців прилеглих територій, але й стане основою для створення сталих і екологічно безпечних виробничих процесів у деревообробній галузі.

ВИКОРИСТАНІ ЛІТЕРАТУРНІ ДЖЕРЕЛА

1. Сторожук В.М. Виробничі шуми: природа і шляхи зниження. – К.: Основа, 2003. – 382 с.
2. Апостолюк С.О., Джигирей В.С. та ін. Охорона праці в деревообробній промисловості, - К.: Основа, 2003. – 486 с.
3. Закон України «Про охорону праці» - К.: Основа, 2003. – 28 с;
4. Законодавство України про охорону праці у 4-х томах. – К.: Основа, 1995.
5. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
6. ДСН 3.3.6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації
7. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С. Основи охорони праці. – Львів: Афіша, 2000. -350 с.
8. Русак О.Н. и др. Указания по снижению шума в деревообрабатывающей промышленности. – М.: Лесная промышленность, 1976. – 152 с.
9. Геврик Є.О. Охорона праці: Навч. посібн. – К.: Ніка-Центр, 2007.- 376 с.
10. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці. – підручник – Львів: УАД, 2016. – 336.
11. Апостолюк С.О., Джигирей В.С. та ін. Охорона праці у виробництві деревних композиційних матеріалів. – К.: Основа, 2003. – 381 с.
12. Апостолюк С.О., Джигирей В.С., Апостолюк А.С. та ін. Охорона праці в лісопилно-деревообробному виробництві. – К.: Основа, 2003. – 285 с.

13. Апостолук С.О., Джигирей В.С. та ін. Санітарно-технічне та екологічне забезпечення безпеки праці в деревообробці.
14. Пальгов О.Н., Корнієнко А.А. Про шкідливість шуму і вібрації. – К.: Здоров'я, 1977 – 39 с.
15. Апостолук С.О., Джигирей В.С., Апостолук А.С. Промислова екологія. – К.: Знання, 2005 – 480 с.
16. Белов С.В., Барбинов Ф.А., Козьяков А.Ф. и др. Охрана окружающей среды. – М.: Высшая школа, 1991. – 319 с.
17. Апостолук С.О., Джигирей В.С. та ін. Безпека праці: ергономічні та естетичні основи. – К.: Знання, 2005. – 215 с.
18. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Сторожук В.М. та ін. Практикум із охорони праці. – Львів: Афіша, 2000 – 350 с.
19. Геврик Г.О. Охорона праці. – К.: Ельта. Ніка центр, 2003. – 279
20. Никитин Л.И., Щербаков А.С.. Охрана труда в лесном хозяйстве, лесной и деревообрабатывающей промышленности. – М. : Лесная промышленность, 1985. – 315 с.
21. Протоєрейський О.С, Запорожець О.І. Охорона праці в галузі: Навч. посіб. – К.: Книжкове вид-во НАУ, 2005. – 268 с.
22. Русаловський А.В. Правові та організаційні питання охорони праці: Навч. посіб. – 4-те вид., допов. і перероб. – К.: Університет «Україна», 2009. – 295 с.
23. Третьяков О.В., Зацарний В.В., Безсонний В.Л. Охорона праці: Навчальний посібник з тестовим комплексом на CD/ за ред. К.Н. Ткачука. – К.: Знання, 2010. – 167 с.

24. Гогіташвілі Г.Г., Карчевські Є.Т., Лапін В.М. Управління охороною праці та ризиком за міжнародними стандартами: Навч. посіб. – К.: Знання, 2007. – 367 с.
25. Катренко Л.А., Кіт Ю.В., Пістун І.П. Охорона праці. Курс лекцій. Практикум: Навч. посіб. – Суми: Університетська книга, 2009. – 540 с.
26. Охорона праці в будівництві: Навч. посіб. посібник / за редакцією Коржика Б.М. і Іванова В.М. – Харків: Форт, 2010. – 388 с.