

Міністерство освіти і науки України  
Державний вищий навчальний заклад  
«Національний гірничий університет»

---

---

Гірничий факультет  
Кафедра екології та технологій  
захисту навколишнього середовища

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
дипломної роботи  
магістра

Галузь знань – **10 «Природничі науки»**  
(шифр і назва галузі знань)

Спеціальність – **101 «Екологія»**  
(код і назва спеціальності)

**Освітній рівень – магістр**  
(назва освітнього рівня)

Кваліфікація – **2211.2 «Еколог»**  
(код і назва кваліфікації)

на тему: «Оцінка рівня акустичного забруднення міського середовища та розробка способів його зниження»

**Виконавець:**

Студент II курсу, групи 101м-16-1

\_\_\_\_\_ (підпис)

**Шаройко О.О.**  
(прізвище та ініціали)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка	Підпис
роботи	Доц. Борисовська О.О		
розділів:			
Теоретичний	Доц. Борисовська О.О		
Дослідницький	Доц. Борисовська О.О.		
Охорона праці	Доц. Литвиненко А.А.		
Економічний	Доц. Павличенко А.В.		
Рецензент			
Нормоконтроль	Ас. Грунтова В.Ю.		

Дніпро  
2018

**Міністерство освіти і науки України**  
**Державний вищий навчальний заклад**  
**«Національний гірничий університет»**

---

---

ЗАТВЕРДЖЕНО:  
Завідувач кафедри екології та  
технологій захисту  
навколишнього середовища  
\_\_\_\_\_ А.В. Павличенко  
02 жовтня 2017 року

**ЗАВДАННЯ**  
**на виконання кваліфікаційної роботи магістра**  
**спеціальності 101 «Екологія»**  
(код і назва спеціальності)

студенту 101М-16-1      Шаройко О.О.  
(група)                      (прізвище та ініціали)

**Тема дипломної роботи:** «Оцінка рівня акустичного забруднення міського середовища та розробка способів його зниження»

**1 ПІДСТАВИ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ РОБОТИ**

Наказ ректора ДВНЗ «НГУ» від 27.12.2017 р №2138-л.

**2 МЕТА ТА ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ РОБІТ**

**Об'єкт дослідження.** Екологічні наслідки акустичного забруднення міського середовища від роботи автотранспорту.

**Предмет дослідження.** Оцінка акустичного впливу від роботи автотранспорту на міське середовище та наукове обґрунтування комплексу заходів, спрямованих на зниження рівня екологічної небезпеки від роботи автомобілів в умовах тісної міської забудови.

**Мета НДР** – оцінка впливу шумового забруднення, спричиненого роботою автотранспорту на стан навколишнього середовища та розробка засобів його мінімізації.

**Вихідні дані для проведення роботи:**

- методичні матеріали, літературні джерела за напрямком дослідження;
- нормативно-законодавча база;
- результати дослідження добової динаміки інтенсивності руху автотранспорту на типовому перехресті м. Дніпро;
- результати дослідження рівня акустичного забруднення на перехресті, типовому для м. Дніпро;
- результати дослідження концентрації оксиду вуглецю в повітрі на перехресті вул. О.Гончара та Шевченка;

- результати розрахунків очікуваного еколого-економічного ефекту від впровадження системи вертикального озеленення фасадів.

### 3 ОЧІКУВАНІ НАУКОВІ РЕЗУЛЬТАТИ

**Наукова новизна.** Вперше проведено дослідження добової динаміки інтенсивності руху автотранспорту на типовому перехресті м. Дніпро (перетин вул. О.Гончара та Шевченка);

Вперше досліджене шумове забруднення на типовому перехресті безпосередньо від потоку автотранспорту та шумове забруднення, що відбивається поверхнею будівель та споруд.

Уточнено рівень акустичного забруднення міського середовища на типовому перехресті у залежності від інтенсивності руху автотранспорту.

Науково обґрунтовано впровадження системи нетрадиційного виду озеленення, спрямованого на мінімізацію негативного впливу від роботи автотранспорту.

**Практична цінність.** Розроблені рекомендації щодо впровадження системи вертикального озеленення фасадів, що є найбільш екологічно вигідним в умовах тісної міської забудови для старих будівель.

### 4 ВИМОГИ ДО РЕЗУЛЬТАТІВ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Магістерська робота виконана згідно наукових досліджень кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища Національного гірничого університету, відповідно до Постанови Верховної Ради України «Основні напрямки державної політики України в області охорони навколишнього середовища, використання природних ресурсів і забезпечення екологічної безпеки» №188/98-ВР від 05 березня 1998 р., «Положення про шумове забруднення» від 01.09.92 № 990\_051 та інших нормативно-правових актів з питань довкілля та стану здоров'я населення.

### 5 ЕТАПИ ВИКОНАННЯ РОБІТ

Найменування етапів робіт	Строки виконання робіт (початок – кінець)
Проаналізувати особливості впливу автотранспорту на міське середовище. Вибрати та обґрунтувати методи екологічного контролю стану досліджуваної території.	02.10.2017– 31.12.2017
Охарактеризувати об'єкт та методи дослідження. Оцінити рівень акустичного та хімічного забруднення оксидом вуглецю від роботи автотранспорту досліджуваної території.	03.10.2017 – 31.12.2017
Запропонувати для території, що досліджується, систему мінімізації негативного впливу від роботи автотранспорту – вертикальне озеленення фасадів.	11.12.2017 – 14.01.2018
Обґрунтувати заходи щодо впровадження системи	18.12.2017 –

**6 РЕАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ**

**Економічний ефект.** Впровадження розробленої системи вертикального озеленення для будівлі 7 корпусу ДВНЗ «НГУ» дозволить наблизити малокомфортні умови мікроклімату в приміщеннях до комфортних, що дозволить значно скоротити витрати електроенергії на охолодження повітря в літній період, оскільки не потрібно буде вмикати кондиціонер.

**Соціальний ефект.** Запропонований комплекс природоохоронних заходів дозволить ефективно знизити негативний вплив автотранспорту на навколишнє середовище та здоров'я населення і сприятиме створенню більш комфортних умов проживання.

**7 ДОДАТКОВІ ВИМОГИ**

Магістерська робота оформлюється відповідно з вимогами ДСТУ 3008-95. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення. – К. : Держстандарт України, 1995. – 38 с.

Завдання видав

\_\_\_\_\_ (підпис)

доц. Борисовська О.О.

(прізвище, ініціали)

Завдання прийняв до виконання

\_\_\_\_\_ (підпис)

Шаройко О.О.

(прізвище, ініціали)

Дата видачі завдання: 29.09.2017 р.

Термін подання дипломного проекту до ДЕК 24.01.2018 р.

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка 121 с., 28 рис., 26 табл., 3 додатки, 60 літературних джерел.

**Об'єкт дослідження.** Екологічні наслідки акустичного забруднення міського середовища від роботи автотранспорту.

**Мета роботи:** оцінка впливу шумового забруднення, спричиненого роботою автотранспорту на стан навколишнього середовища та засоби його мінімізації.

У вступі проаналізовано проблеми впливу автотранспорту на людей, флору та фауну.

В теоретичному розділі представлена характеристика автотранспорту, його негативний вплив на навколишнє середовище, актуальність проблеми та основні способи зниження шкідливого впливу автомобілів. Особливу увагу приділено проблемі акустичного забруднення міст.

В дослідницькому розділі розглянуті об'єкти та методи дослідження. Наведені результати проведених досліджень акустичного забруднення на типовому перехресті для м. Дніпро, а також представлені результати дослідження концентрації оксиду вуглецю даної ділянки.

В технологічному розділі з метою зменшення шумового та хімічного забруднення середовища для будівлі сьомого корпусу ДВНЗ «НГУ» запропоновано нетрадиційний вид озеленення – вертикальне озеленення фасаду.

У розділі «Охорона праці» розглянуто вимоги безпеки при проведенні робіт по впровадженню запропонованої системи.

В економічному розділі зроблено аналіз еколого-економічного ефекту від впровадження запропонованого рішення. Зроблено розрахунок економічної доцільності впровадження вертикального озеленення фасадів.

Отримані результати являють собою основу для прийняття управлінських рішень щодо впровадження вертикального озеленення на фасадах будівлі.

У висновках підведені результати виконання роботи.

**ВПЛИВ АВТОТРАНСПОРТУ, ЕКОЛОГІЧНА НЕБЕЗПЕКА, АКУСТИЧНЕ ЗАБРУДНЕННЯ, ВЕРТИКАЛЬНЕ ОЗЕЛЕНЕННЯ, ОКСИД ВУГЛЕЦЮ, ШУМ.**

## ЗМІСТ

1 ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ	10
1.1 Історія автомобільного транспорту України. Передумови виникнення	10
1.2 Рухомий склад автотранспорту та його негативний вплив на навколишнє середовище	13
1.3 Вміст і властивості токсичних компонентів відпрацьованих газів	18
1.4 Нормування викидів автотранспортних засобів	21
1.5 Акустичне забруднення автотранспортом	26
1.6 Методи зниження шумового впливу від роботи автотранспорту	31
2 ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ	35
2.1 Методика дослідження шумового забруднення транспортними потоками сельбищної частини міста	35
2.2 Оцінка ступеня забрудненості атмосферного повітря оксидом вуглецю CO міського середовища на ділянці магістральної вулиці	41
2.3 Статистичний аналіз	44
2.4 Результати дослідження акустичного забруднення міського середовища на прикладі дослідження типового перехрестя м.Дніпро	47
2.5 Статистичний аналіз отриманих даних	53
2.6 Результати оцінки ступеня забрудненості атмосферного повітря оксидом вуглецю CO на перехресті вулиці м.Дніпро	55
3 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	65
3.1 Історія вертикального озеленення: від Стародавнього Єгипту до наших днів	65
3.2 Переваги нетрадиційних видів озеленення міста	67
3.3 Екологічний ефект від впровадження нетрадиційного озеленення	69
3.4 Загальні вимоги при проектуванні об'єктів вертикального озеленення	72
3.5 Архітектурні та конструктивні рішення об'єктів вертикального озеленення	75
3.6 Конструкція опор на фасаді будівлі	76
3.7 Основні вимоги до проектування об'єктів контейнерного озеленення	83

3.8 Характеристика винограду Енгельмана	85
3.9 Проектування озеленення фасаду 7 корпусу ДВНЗ НГУ для зниження рівня шуму на досліджуваному перехресті	87
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	97
4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів передбачених при проведенні робіт з монтажу системи вертикального озеленення фасадів	97
4.2 Інженерно технічні заходи з охорони праці	98
4.2.1 Інженерно технічні заходи з охорони праці при виконанні робіт на висоті	98
4.2.2 Інженерно технічні заходи з охорони праці при роботі з електроінструментом	102
4.3 Протипожежні заходи	104
5 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	107
5.1 Розрахунок капітальних витрат	107
5.2 Розрахунок експлуатаційних витрат	108
5.3 Розрахунок економічного ефекту від запропонованого рішення	110
5.4 Розрахунок терміну окупності	111
ВИСНОВКИ	113
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	115
ДОДАТОК А	122
ДОДАТОК Б	135
ДОДАТОК В	136

## ВСТУП

Час не стоїть на місці, тому з року в рік ми стаємо свідками того, як технологічний розвиток накладає свою тінь на всі сфери життя. У зв'язку з індустріалізацією міст, сіл посилюється рухливість населення, а разом з тим зростає кількість основного джерела акустичного забруднення міського середовища – автомобільного транспорту. Джерелами шумів є всі види транспорту, промислові об'єкти, гучномовні пристрої, електронні прилади, люди в цілому. Проте саме автотранспорт спричиняє найбільше занепокоєння, оскільки його вплив найвідчутніший.

Сто років тому рівень шуму на центральних магістралях великих міст не перевищував 60 дБ, а зараз цей показник значно зріс.

В умовах щільної міської забудови люди, які проживають на першій лінії забудови, відчувають на собі негативний вплив акустичного забруднення, спричинений автотранспортом в першу чергу. Це проявляється в нервових розладах, серцево-судинних захворюваннях, постійним недосипанням і у інших хворобах, які списуються на щось інше. Людина може адаптуватися до багато яких факторів впливу, але не до акустичного забруднення.

Встановлено, що шелест листя, спів птахів, дзюрчання струмка, звуки дощу оздоровче впливають на нервову систему. Тому в містах нашої країни за прикладом зарубіжного досвіду слід максимально наблизитися до природи за рахунок озеленення міської території. Це допоможе в боротьбі з шумовим забрудненням, нестачею кисню, утилізацією шкідливих речовин, що виділяються разом з вихлопними газами автомобіля, та допоможе в покращенні стабілізації мікроклімату в місті в цілому.

Метою даної роботи є оцінювання рівня акустичного забруднення міського середовища автотранспортом, основним джерелом шумового забруднення, на типовому перехресті м. Дніпро, а також розробка способів зниження акустичного забруднення в умовах щільної міської забудови.



Тема кваліфікаційної роботи актуальна і має безпосередній зв'язок з напрямом діяльності магістра напряму 101 «Екологія та технології захисту навколишнього середовища» – оцінка рівня акустичного забруднення міського середовища та розробка способів його зниження.

Апробація результатів роботи проводилася на П'ятій Всеукраїнській науково-технічній конференції студентів, аспірантів і молодих учених «Молодь: наука та інновації – 2017» (Дніпро, 28-29 листопада 2017 року) та на чотирнадцятій всеукраїнській практично-пізнавальній інтернет-конференції «Наукова думка сучасності і майбутнього – 2017» (28 жовтня - 6 листопада 2017р.).

За результатами наукових досліджень надруковано:

1. Шаройко О.В. Дослідження шумового забруднення міського середовища [Текст] /О.В. Шаройко, О.О. Борисовська // Молодь: наука та інновації: Матеріали V-ї Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих учених (Дніпро, 28-29 листопада 2017 року). – Д.: Державний ВНЗ “НГУ”, 2017. – Т. 10. – С. 2-3.

2. Добова динаміка забруднення міського атмосферного повітря викидами автотранспорту / Борисовська О.О., Шаройко О.В. // Збірник статей учасників чотирнадцятої всеукраїнської практично-пізнавальній інтернет-конференції «Наукова думка сучасності і майбутнього», (28 жовтня - 6 листопада 2017р.). – Видавництво НМ. – Дніпро, 2017. – С. 132-134.

## 1 ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ

### 1.1 Історія автомобільного транспорту України. Передумови виникнення

Ідея створення автомобіля з'явилась одночасно з ідеєю створення парової машини. Перше і невдале здійснення цієї ідеї належить французькому артилеристу Кюньо у 1769 році. У 1781 р. вийшла перша модель, але дорожні паровози не знайшли подальшого розповсюдження. Широке застосування автомобілів як транспортного засобу розпочалося після створення двигуна внутрішнього згорання. У 90-ті роки XIX століття в США, Англії, Франції та Німеччині було розпочато промислове виробництво автомобілів, а епохою розвитку автомобілів необхідно рахувати 1894 р., коли в Парижі редакція «Petit Journal» провела змагання автомобілів. В подальшому у провідних капіталістичних країнах регулярно проводилися автомобільні перегони, завдяки яким покращувалися характеристики автотранспорту.

Перший у світі автобус з двигуном внутрішнього згорання, який працював на бензині був збудований у Німеччині у 1894-1895 роках на заводі «Бенц». Він вмщував 8 пасажирів і їздив по 15-ти кілометровій дорозі між містами Зиген, Нетфен і Дойц.

Можливим місцем виникнення маршрутних таксі є США, приблизно 1910-ті роки [1].

В Україні на початку двадцятого століття перший автомобіль з'явився в Одесі, а потім декілька приватних автомобілів іноземного виробництва – в Києві. Вже в 1902 році Київською міською думою була прийнята обов'язкова постанова про «Порядок пасажирського і вантажного руху по місту Києву на автомобілях». В 1904 році в Києві створено елітний клуб автолюбителів.

Зростання промислового виробництва в містах викликало урбанізаційні процеси. Значно збільшувалась чисельність міського населення. Посилилась міграція і відповідно зросли перевезення пасажирів.

3 травня 1910 року почали працювати автобусні маршрути Київ-Рівне (через Житомир), Кам'янець-Подільський-Проскурів (теперішній Хмельницький), Київ-Чернігів, а в липні 1911 року – маршрути по Київ-Брестському шосе.

На початок 1910 року в Україні вже налічувалось 618 автомобілів, зокрема в губерніях: Київській – 119, Полтавській – 33, Таврійській – 168, Харківській – 61, Херсонській – 145, Чернігівській – 31, Волинській – 28 і Подільській – 33.

В 1922 році за ініціативою Центрального комітету профспілки транспортних робітників було створене Центральне управління місцевого транспорту (ЦУМТ), яке на той час і стало центром по організації автомобільного транспорту і будівництва шосейних доріг.

В 1925 році створюється державне акціонерне товариство «Транспорт». В цьому ж році відкрито регулярне пасажирське сполучення по окремих маршрутах України.

В 1927-1930 роках в Харкові, Києві, Дніпропетровську, Запоріжжі були організовані спеціальні гаражі. Тут зароджується профілактичне технічне обслуговування автомобілів. Створюються спеціалізовані дільниці: карбюраторна, електротехнічна, шиноремонтна та інші.

В липні 1939 року рішенням Раднаркому УРСР в Україні був створений Народний комісаріат автомобільного транспорту, а до кінця 1940 року організовані обласні і міжобласні автомобільні трести.

Військові лінійні автотранспортної частини використовувались для доставлення бойових з'єднань і частин до лінії фронту та для перегрупування військ. Наприклад, на Південному фронті під час напружених бойових операцій на Дніпрі в серпні-жовтні 1941 року автомобілями було перевезено 24 дивізії.

За січень-червень 1943 року число автомобільних підрозділів в армії майже подвоїлось, а на кінець війни виросло в п'ять разів. Досить відзначити, що тільки в 1944 році для їх формування було направлено нової автотранспортної техніки в 25 разів більше, ніж у 1941 році.

25 травня 1946 року Указом Президії Верховної Ради УРСР Наркомат автомобільного транспорту був перетворений в Міністерство автомобільного транспорту УРСР.

Всі підвідомчі Наркомату організації і підприємства перейшли до Міністерства автомобільного транспорту, при тому були проведені й деякі структурні зміни.

В тому ж 1946 році було створено Київське міське автотранспортне управління, а в 1947 році – Республіканський трест по використанню горючих газів в автотранспорті УРСР – «Укравтогаз».

Указом Президії Верховної Ради від 25 травня 1953 року Міністерство автомобільного транспорту УРСР, Управління по транспортному освоєнню малих рік при Раді Міністрів УРСР і Головне дорожнє управління при Раді Міністрів УРСР були об'єднані в одно міністерство – Міністерство дорожнього і транспортного господарства УРСР.

Указом Президії Верховної Ради УРСР від 7 жовтня 1953 року республіканське Міністерство дорожнього і транспортного господарства було реорганізовано в союзно-республіканське Міністерство автомобільного транспорту і шосейних доріг УРСР. Річковий транспорт був відокремлений як самостійна галузь народного господарства.

В 1954 році Міністерству автомобільного транспорту і шосейних доріг УРСР був переданий автомобільний транспорт Українського відділення Союззаготтрансу Міністерства заготовок СРСР в складі 294 автогосподарств з чисельністю автомобілів в них майже 13 тисяч одиниць.

Указом Президії Верховної Ради УРСР від 26 листопада 1968 року Міністерство автомобільного транспорту і шосейних доріг УРСР реорганізовано в республіканські міністерства – Міністерство автомобільного транспорту УРСР та Міністерство будівництва і експлуатації автомобільних доріг УРСР.

Друга половина 80-х і початок 90-х років – це період, коли автомобільний транспорт України у своєму розвитку, ефективності використання, кількісних і

якісних показниках обслуговування населення, промисловості і сільського господарства досяг свого апогею.

Після розпаду СРСР в Україні як незалежній державі в 1992 році створюється Міністерство транспорту України, а в його складі Державні департаменти за усіма видами транспорту, в тому числі і Державний департамент автомобільного транспорту. Державний департамент автомобільного транспорту виконує управлінські функції державного правового регулювання роботи автотранспортних підприємств, компаній та акціонерних товариств незалежно від форм їх власності.

Таким чином, історія розвитку автомобільного транспорту загального користування як самостійної, планової, централізовано керованої галузі народного господарства України вже на той час була вичерпана і натомість відкрита нова сторінка функціонування автомобільного транспорту в складі підприємств, компаній, товариств різних форм власності в умовах ринкових відносин і жорсткої конкуренції на ринку транспортних послуг.

Довжина автошляхів загального користування становила у 1997 р. більш ніж 172 тис. км, в тому числі з твердим покриттям — 164 тис. км.

Автомобільний транспорт в Україні перевозить близько 20 % вантажів і понад 70 % пасажирів. Сьогодні на ринку автомобільних перевезень працюють 56,4 тисячі проліцензованих перевізників, у яких нараховується 185,9 тисяч автомобілів. Автостанційна мережа України налічує 827 автостанцій [2].

## **1.2 Рухомий склад автотранспорту та його негативний вплив на навколишнє середовище**

Сьогодні автотранспорт відіграє важливу роль в нашому житті, але він водночас є джерелом забруднення атмосфери. Кількість автомобілів невпинно росте, а отже збільшується валовий викид шкідливих речовин в повітряний басейн.

Для визначення поняття автомобільний транспорт необхідно спочатку з'ясувати сутність поняття транспорт.

Транспорт (від лат. *transporto* – переносу, переміщую, перевозжу) – одна з найважливіших галузей матеріального виробництва, яка забезпечує виробничі та невиробничі потреби галузей економіки і населення у перевезеннях. Економіка будь-якої держави не може ефективно функціонувати без транспорту. Він відіграє значну роль у задоволенні потреб країни у вантажних і пасажирських перевезеннях.

Автомобільний транспорт в Україні набуває дедалі більшого значення. Особливо він зручний при перевезенні вантажів на короткі відстані, при доставці їх до залізничних станцій, пристаней і портів, в обслуговуванні місцевого і сільськогосподарського вантажообігу. За обсягом вантажообігу автотранспорт не поступається залізничному й морському. Україна сполучена автомобільними шляхами з Центральним, Північно-Кавказьким і Поволзьким економічними районами Росії, з Молдовою та Білоруссю. Найважливіші автомагістралі – Київ–Брест, Москва–Харків, Дніпропетровськ–Запоріжжя–Сімферополь, Дніпропетровськ–Нікополь, Львів–Київ, Харків–Ростов-на-Дону. Вантажами, які перевозять автотранспортом, в основному є продукція сільського господарства, харчової і легкої промисловості, будівельні матеріали. В районах Донбасу і Придніпров'я велике значення має також транспортування продукції вугільної промисловості. Переважна сфера використання автотранспорту – перевезення всередині підприємства, в межах міста, між населеними пунктами області. Частково автотранспорт використовується в міжреспубліканських і міжнародних перевезеннях. Автомобільно-транспортний комплекс потребує значного поновлення, розвитку, оптимізації структури парку за вантажопідйомністю, типами кузова та двигуна [3].

Нині без автомобільного транспорту неможлива діяльність жодної галузі господарства. Автотранспорт забезпечує функціонування і територіальну організацію всіх галузей народного господарства, і насамперед, галузей АПК (агропромисловий комплекс), які займають важливе місце в економіці України.

Загальний світовий парк автомобілів нараховує 800 млн. одиниць, з яких 83-85 % складають легкові автомобілі, а 15-17 % – вантажні і автобуси.

До рухомого складу автомобільного транспорту належать:

1. Вантажні.
2. Легкові.
3. Автомобілі-тягачі.
4. Автобуси.
5. Причепи.
6. Напівпричепи.

Вантажний – галузь виробничої інфраструктури. Не виробляючи безпосередньо матеріальної продукції, вантажний транспорт є четвертою галуззю матеріального виробництва після видобувної, переробної промисловості і сільського господарства. Жодна з названих трьох основних галузей матеріального виробництва не здатна функціонувати без транспортного забезпечення. Продукт тільки тоді готовий до споживання, коли він доставлений до споживача.

Вантажний транспорт включає в себе:

- перевезення лісоматеріалів;
- перевезення великогабаритних вантажів;
- рефрижераторні перевезення;
- перевезення великовагових вантажів;
- перевезення напакованих вантажів, включаючи перевезення автоцистернами, у т.ч. збирання молока на фермах;
- перевезення автомобілів;
- перевезення відходів і брухту без діяльності щодо їх збирання або утилізації;
- оренду вантажних автомобілів з водієм;
- вантажні перевезення транспортними засобами з використанням людської або тваринної сили;
- надання послуг водія без власного вантажного автотранспортного засобу.

Легковий – це автомобіль, який за своєю конструкцією та обладнанням призначений для перевезення пасажирів з кількістю місць для сидіння не більше ніж дев'ять з місцем водія включно.

Типи:

- Закриті кузова (седан, лімузин, універсал, купе, фургон, хетчбек);
- Відкриті кузова (родстер, ландо, фаєтон, кабріолет).

Автомобілі-тягачі – механічний дорожній транспортний засіб, який за своїми конструкцією та оснащенням призначений для буксирування причепа чи платформи.

Види:

- Сідельні (тягачі працюють у зчепленні з напівпричепами і не мають кузова. На рамі тягача встановлений опорно-зчіпний пристрій, який з'єднує напівпричіп з тягачем.);
- Буксирні (тягачі призначені для роботи з причепами-ваговозами. Їх роблять на базі шасі вантажних автомобілів і обладнують зчіпними пристроями.)

Автобус забезпечує перевезення туристів на великі відстані та одноденні екскурсійні поїздки. Автобуси використовують і для організації трансферу, а також на внутрішньому маршрутному пересуванні туристів у країні перебування. Пасажирський автомобільний транспорт, який використовується для перевезення туристів, представлений різноманітними видами автобусів, які відрізняються за призначенням і місткістю. Призначення автобуса визначає його конструкцію.

Види:

1. Міські.
2. Приміські.
3. Міжміські.
4. Міжнародного призначення (туристичні).



Причепи – буксуються автомобілями та автомобілями-тягачами, з'єднуючись з ними завдяки буксирному пристрою. За кількістю осей причепи бувають одномісними, двомісними і багатомісними. економіки і за її межами.

Напівпричепи – призначені для роботи у зчепленні із сідельними автомобілями-тягачами. Вони можуть бути одномісними і двомісними, до того ж осі містяться в задній частині. У передній частині напівпричепи є зчпний пристрій для з'єднання з автомобілем-тягачем і стояки з котками для підтримання відчепленого напівпричепу в стійкому положенні. За шляховими регламентаціями всі автомобілі поділяються на 3 основні групи. До першої групи «А» відносяться автомобілі шляхового типу, призначені для використання тільки на дорогах з досконалим капітальним покриттям і повною масою до 52 т. До другої категорії «Б» належать автомобілі шляхового типу, які допускаються до експлуатації на всій мережі доріг загального використання з повною масою до 34 т. Крім того, існують автомобілі, що не допускаються до експлуатації по дорогах загального використання, які мають капітальне покриття. Ці автомобілі призначені для роботи по спеціально побудованих для них кар'єрних, лісовозних або інших дорогах, а також поза мережею доріг [4].

Автомобільний транспорт – є найбільш небезпечним для навколишнього середовища.

Перша група – пов'язана з виробництвом автомобілів:

- висока ресурсно-сировинна й енергетична ємність автомобільної промисловості;
- власне негативний вплив на навколишнє середовище автомобільної промисловості (ливарне виробництво, інструментально-механічне виробництво, виробництво шин ).

Друга група – зумовлена експлуатацією:

- витрата палива і повітря, виділення шкідливих вихлопних газів;
- викиди продуктів випробувань шин і гальм;
- шумове забруднення навколишнього середовища;

- матеріальні, людські втрати і втрати тваринного світу в результаті транспортних аварій.

Третя група – пов'язана з відчуженням земель під транспортні магістралі, гаражі і стоянки:

- розвиток інфраструктури сервісного обслуговування автомобілів (автозаправні станції, станції сервісного обслуговування, мийки);
- підтримка транспортних магістралей у робочому стані (використання солі взимку).

Четверта група – поєднує проблеми регенерації й утилізації шин, олії і інших технологічних рідин, самих відпрацьованих авто [5].

### **1.3 Вміст і властивості токсичних компонентів відпрацьованих газів**

Хімічне забруднення атмосфери автотранспортом є важливим фактором, що визначає географію хімічного забруднення середовища; географічні закономірності поширення забруднювачів дуже складні і визначаються не тільки конфігурацією мережі автомагістралей та інтенсивністю переміщення по ним автотранспорту, але й великою кількістю перехресть, де транспорт працює на перемінних режимах; кількість моторизованого транспорту в усьому світі складає понад 630 млн. одиниць і вона ймовірно подвоїться в наступні 20 або 30 років.

Забруднення навколишнього середовища автотранспортом – одне із найбільш небезпечних для здоров'я людини, тому що, вихлопні гази надходять у приземний шар повітря, де їх розсіювання сповільнене; до того ж будинки жилих кварталів, які знаходяться поряд з автомагістралями, є свого роду екраном для вловлювання забруднювачів.

У складі відпрацьованих газів автомобілів найбільшу питому вагу за об'ємом мають – монооксид вуглецю (0,5-10 %), оксиди азоту (до 0,8 %), неспалені вуглеводні (0,2-3,0 %), альдегіди (до 0,2 %) та сажа. В абсолютних величинах на 1000 л палива карбюраторний двигун викидає з вихлопними та

картерними газами: 200 кг монооксиду вуглецю, 25 кг вуглеводнів, 20 кг оксидів азоту, 1 кг сажі, 1 кг сірчастих сполук.

Екологічний ефект впливу на здоров'я людини забруднення, що пов'язане з автотранспортом, залежить як від складу забруднювачів, так і від скупченості населення. Останнє визначається не просто шириною завантажених автомагістралей, але й близькістю до них жилих будинків. Обстеження 5226 дітей у віці 1-5 років, проведене в Україні, показало, що в 10,8 % дітей, які живуть уздовж доріг з інтенсивним автомобільним рухом, вміст свинцю в крові досягав 60 мкг % та більше (при нормі 40 мкг %). У 30 м від цих доріг підвищений порівняно з нормою вміст свинцю відмічався у 8,1 % дітей, а на відстані 60 м – тільки в 4,7 %. Від 15 до 18 млн. дітей в світі страждає через високий вміст свинцю у крові. Було встановлено, що між розумовими здібностями дітей та кількістю свинцю, який поглинається з повітрям, існує зв'язок. Розумові здібності знижуються, оскільки свинець при тривалому впливі отрує та руйнує мозок. Джерелом свинцю є етилований бензин.

Крім свинцю, в атмосферне повітря з вихлопними газами надходять такі отруйні речовини, як чадний газ (монооксид вуглецю), оксиди азоту й сірки, бенз(а)пірен. Вони викликають захворювання верхніх дихальних шляхів, серцево-судинної системи, різні онкологічні патології. Всередині машини рівень забрудненості в три рази вищий, ніж ззовні. Тривале вдихання парів бензину викликає рак легенів. Вважається, що через вихлопні гази щорічно помирають тисячі людей, а шкода, яка завдається навколишньому середовищу, обчислюється мільярдними збитками [6].

Величина викиду шкідливих речовин з відпрацьованими газами залежить від багатьох факторів: процеси підготовки і згоряння суміші, режиму роботи двигуна, його технічного стану, якості палива. Токсичні викиди у відпрацьованих газах складають: оксид вуглецю (CO), вуглеводні (CH) та оксиди азоту (NO<sub>x</sub>). Ці токсичні гази утворюються при спалюванні палива двигунами внутрішнього згорання (як з іскровим запалюванням, так і дизельних), таким чином кількість токсичних викидів напряму залежить від

спожитого двигуном палива. В табл. 1.1 наведено дані про кількість токсичних компонентів при згоранні 1 кг палива в бензиновому двигуні легкового автомобіля середнього класу [7].

Таблиця 1.1 – Токсичні речовини, що виділяються при згоранні 1 кг палива

Компонент	Вид палива, г	
	бензин	дизельне паливо
Окис вуглецю (CO)	400-465	20
Вуглеводні (C <sub>n</sub> H <sub>m</sub> )	20-23,1	4,2
Окисли азоту (NO <sub>x</sub> )	14-15,2	18,1
Ангідрид сірчаної кислоти	2	7,8
Альдегіди	1	0,7
Сажа	1	5
Свинець	0,5	-
Всього	508	51

При усередненому щорічному пробігу 10000 км автомобіль класу «Opel», ВАЗ, використовує 1000 кг бензину і 14000 кг повітря. В середньому легковий автомобіль протягом року виділяє таку кількість токсичних компонентів: окису вуглецю – 378 кг, вуглеводнів 110 кг, оксидів азоту і сірки 20 кг, сажі 2 кг. Забруднення навколишнього середовища викидами автомобілів відбувається, не тільки від вихлопних газів, а й від випарів безпосередньо палива з паливної системи автомобіля, через порушення герметичності паливної системи. З 200 млн. автомобілів США або 40 млн. у ФРН щодня випаровується 1 г палива (а реально ця цифра значно більше), відповідно в атмосферу цих країн щорічно надходить 200 і 40 т парів моторного палива [7].

Відомо, що поблизу автомагістралей свинець накопичується в ґрунті і рослинах. Техногенні свинцеві аномалії ґрунту фіксуються на відстані до 100 метрів від автомобільних магістралей, при цьому свинець не нейтралізується в ґрунтах через його слабку здатність до міграції. Встановлено: чимало поширених культурних рослин (пшениця, ячмінь, картопля, морква) можуть

містити підвищені концентрації свинцю, що перевищують МДК у 5-10 разів. Рухаючись ланками трофічних ланцюгів, свинець потрапляє в організм людини і викликає захворювання [8].

Негативно впливають на рослини вихлопні гази автомобілів, в яких міститься досить багато оксиду вуглецю та сірчистого газу. Рослини реагують на забруднення повітря газами передчасним пожовтінням і поступовим опаданням хвої та листя [9].

Вплив небезпечних речовин на навколишнє середовище може викликати незворотні зміни і навіть загибель флори і фауни. Особливо істотні відхилення від екологічної рівноваги викликають інциденти з небезпечними вантажами. Наприклад, загибель чи захворювання тварин при потраплянні хімічних речовин в стічні води, знищення лісових масивів в результаті пожежі, що виникає при перевезенні легкозаймистих речовин і т.д.

Автомобільний транспорт негативно впливає на природу загалом і на фауну зокрема. Це виражається в забрудненні природного середовища і доріг, руйнуванні місць проживання тварин, розсічення дорогами сезонних і добових ділянок тварин, зіткнення останніх з транспортними засобами.

Автомобільні дороги інколи загороджують традиційні шляхи міграції тварин, відокремлюючи місця їх проживання від місць живлення чи полювання, порушуючи екологічну рівновагу в природі.

Багато автомобільних доріг проходять по заповідниках, національних парках і лісах, де на проїжджу частину потрапляють дикі тварини [10].

#### **1.4 Нормування викидів автотранспортних засобів**

В даний час у європейських країнах нормування викидів автотранспортних засобів (АТЗ) здійснюється згідно з Правилами ЄЕК ООН та директивами ЄС. Нормування екологічних показників відбувається як на стадії виробництва так і експлуатації АТЗ. Перші європейські нормативи викидів АТЗ були прийняті у 1970. Ці нормативи і випробування по ним встановлюються

Правилами ЄЕК ООН і Директивами ЄС. Є важлива особливість вказаних нормативів. Правила ЄЕК ООН регламентують методику випробувань, деталізують технічну процедуру, метрологічне забезпечення, але в них не вказують дату введення норм викидів. Конкретні норми викидів і час їх введення в дію вказані в Директивах ЄС, і вони є обов'язковими для країн ЄС. Випробування за Правилами ЄЕК ООН здійснюється на стенді з біговими барабанами при умовному русі транспортних засобів за чотирма міськими їздовим циклами. Цикл має такі основні характеристики: довжина умовного шляху – 4,052 км, тривалість виконання циклу – 820 с, максимальна швидкість – 50 км/год, середня умовна швидкість – 18,7 км/год. Їздовий цикл імітує чотири звичайних міських циклів і один додатковий, що імітує рух автомобіля за містом.

У 1998 р. Директивами ЄС введені перспективні норми, так звані норми «Євро». Європейські стандарти відіграють важливу роль у зниженні так званих регульованих речовин. До них відносяться оксид вуглецю (СО), оксиди азоту (NO<sub>x</sub>), вуглеводні (СН) і тверді частинки (сажа) – розміром до 10 мкм. Стандарти «Євро» послідовно ставали жорсткішими із року в рік. На теперішній час обмеження для нових автомобілів і легких фургонів повинні відповідати стандартам «Євро V». Стандарти «Євро» нормують викиди (масу) токсичних речовин автомобілів на км пробігу (аналогічні стандарти США нормують масу викиду на милю пробігу). На кожний вид палива встановлено норми викидів для легкових автомобілі [7].

Ефект застосування стандартів «Євро» полягає у послідовному, поетапному в часі, зниженні викидів транспортних засобів в тому, щоб прискорити впровадження інноваційних рішень в конструкцію автомобіля, які зменшують викиди відпрацьованих газів. Для бензинових автомобілів, це було досягнуто, зокрема за рахунок використання трикомпонентного каталітичного нейтралізатору і переходу на інжекторні системи вприскування палива.

Стандарти «Євро» по викидам токсичних речовин для легкового

автотранспорту як для дизельного двигуна так і для бензинового наведені в табл. 1.2 [11].

Таблиця 1.2 – Стандарти «Євро» по викидам токсичних речовин для легкового автотранспорту (г/км)

Еко-логічний стандарт	Оксид вуглецю (II) (CO)	Вуглеводні	Летючі органічні речовини	Оксиди азоту (NO <sub>x</sub> )	HC+NO <sub>x</sub>	Зважені частинки
Для дизельного двигуна						
Євро-1	2,72	-	-	-	0,97	0,14
Євро-2	1	-	-	-	0,7	0,08
Євро-3	0,64	-	-	0,5	0,56	0,05
Євро-4	0,5	-	-	0,25	0,3	0,025
Євро-5	0,5	-	-	0,18	0,23	0,005
Євро-6	0,5	-	-	0,08	0,17	0,005
Для бензинового двигуна						
Євро-1	2,72	-	-	-	0,97	-
Євро-2	2,2	-	-	-	0,5	-
Євро-3	2,3	0,2	-	0,15	-	-
Євро-4	1	0,1	-	0,08	-	-
Євро-5	1	0,1	0,068	0,06	-	0,005
Євро-6	1	0,1	0,068	0,06	-	0,005

Для дизелів, концентрації NO<sub>x</sub> і твердих частинок були знижені за рахунок розвитку двигунів з прямим уприскуванням і дизельних фільтрів твердих частинок (DPF). Ці технологічні досягнення, а також більш чисті види палива, привели до різкого зниження рівня регульованих забруднюючих речовин, причому настільки, що автомобіль, який зроблений сьогодні виробляє в двадцять разів менше викидів, ніж автомобіль, зроблений в 1970 році [7].

Відставання у темпах впровадження норм «Євро» подеколи створює вітчизняним автовласникам і перевізникам значні проблеми – за кордоном забороняється рух українських транспортних засобів і накладаються штрафи за

невідповідність екологічним стандартам європейських країн. Адже там перевірка рівня токсичності здійснюється на всіх стадіях: як під час виробництва автомобілів, так і в подальшому процесі їх експлуатації. Зокрема, в ході експлуатації автомобілі проходять екологічний огляд на атестованих пунктах, із видачею зеленого талона. Власникам автомобілів, що не відповідають екологічним вимогам, вигідніше їх позбутися, ніж сплачувати високий екологічний збір. До того ж більш екологічні двигуни транспортних засобів є зазвичай і більш економними в експлуатації [12].

*Національні стандарти України з контролю викидів АТЗ.* Головна відмінність українських стандартів: ДСТУ 4276-04 «Норми і методи вимірювань димності у відпрацьованих газах автомобілів з дизелями або газодизелями» [13] і ДСТУ 4277-04 «Норми і методи вимірювання вмісту оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів, що працюють на бензині або газовому паливі» [14] від «Євро» [12], полягає в тому, що вони і регламентують викиди токсичних речовин в об'ємній концентрації на холостому ході автомобіля. Одиниця виміру: об'ємний відсоток «% об.» , або його доля «1 ppm = 0,0001 об. %». Стандарти «Євро», як розглядалось вище – нормують масові викиди: «г/км» при їздовому випробувальному циклі, що імітує рух автомобіля. Тому порівняння національного стандарту ДСТУ 4277-04 і нормативі «Євро» немає сенсу, це різні по своїй суті екологічні стандарти, які в той же час дають оцінку екологічного стану автомобіля, з різних режимів роботи автомобіля: національні стандарти на холостому ході, стандарти «Євро» при русі автомобіля [7].

В Україні для бензинових двигунів передбачено контролювати концентрації токсичних компонентів: оксид вуглецю (СО) і вуглеводні (СН) у викидах відпрацьованих газів по ДСТУ 4277-04 [14] не повинні перевищувати значень наведених в табл. 1.3 та 1.4.

Вміст оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів визначають під час роботи двигуна в режимі холостого ходу для двох частот



обертання колінчастого вала – мінімальної ( $n_{\text{мін}}$ ) і підвищеної ( $n_{\text{підв}}$ ), що встановлені виробником [14].

Таблиця 1.3 – Гранично допустимий вміст оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів, не обладнаних нейтралізаторами

Паливо, на якому працює двигун	Частота обертання	Оксид вуглецю, об'ємна частка, %	Вуглеводні, об'ємна частка, $\text{млн}^{-1}$ , для двигунів з числом циліндрів	
			до 4, включно	більше ніж 4
Бензин	$n_{\text{мін}}$	3,5*	1200	2500
	$n_{\text{підв}}$	2	600	1000
Газ природний	$n_{\text{мін}}$	1,5	600	1800
	$n_{\text{підв}}$	1	300	600
Газ нафтовий зріджений	$n_{\text{мін}}$	3,5	1200	2500
	$n_{\text{підв}}$	1,5	600	1000

Примітка. Для автомобілів, виготовлених до 1 жовтня 1986 р., допустимий вміст оксиду вуглецю становить 4,5%.

Таблиця 1.4 – Гранично допустимий вміст оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів, обладнаних нейтралізаторами

Частота обертання	Автомобілі з окиснювальними нейтралізаторами		Автомобілі з трикомпонентними нейтралізаторами	
	оксид вуглецю, об'ємна частка, %	вуглеводні, об'ємна частка, $\text{млн}^{-1}$	оксид вуглецю, об'ємна частка, %	вуглеводні, об'ємна частка, $\text{млн}^{-1}$
$n_{\text{мін}}$	1	600	0,5	100
$n_{\text{підв}}$	0,6	300	0,3	100

## 1.5 Акустичне забруднення автотранспортом

Міський шум є складовою частиною в єдиному комплексі екологічних, соціальних, економічних, культурних, загальнодержавних і міжнародних

проблем розвитку людства. Високі рівні звуку й концентрації вихлопних газів на магістральних вулицях міст, що продовжують збільшуватися з кожним роком, викликають безліч скарг жителів будинків першої лінії забудови примагістральних територій. Прогресуюче протиріччя між вимогами нормативів із планування й забудови населених місць, що склалося структурою існуючих міст, охорони міського середовища, економіки будівництва, часто ставить у глухий кут проектувальників. У зв'язку з цим виникає гостра необхідність розробки шумозахисних рекомендацій, які були б невід'ємною частиною проектних матеріалів для реконструкції будь-яких «спальних» районів міста [15].

Транспортний шум є основним акустичним забруднювачем практично всіх сучасних міст, а його внесок у загальну частку шуму в житлових зонах складає 60-80 %. На примагістральних територіях транспортний шум триває 15-18 годин на добу. Встановлено, що зона впливу автомобільної дороги залежно від інтенсивності дорожнього руху, метеорологічних та топографічних умов місцевості поширюється на відстань до трьох кілометрів від кромки проїзної частини [16].

Шум – це хаотична сукупність різних за силою і частотою звуків, що заважають сприйняттю корисних сигналів і негативно впливають на людину. Фізична сутність звуку – це механічні коливання пружного середовища (повітря, рідини). Під час звукових коливань утворюються області зниженого і підвищеного тиску, що діють на слуховий аналізатор (мембрану вуха).

Органи слуху людини сприймають звукові коливання в інтервалі частот від 16 до 20 000 Гц. Але деякі із звуків не сприймаються органами слуху людини: коливання з частотою нижче 16 Гц – інфразвуки, з частотою вище 20 000 Гц – ультразвуки [17].

Шум вимірюється в децибелах. Ця одиниця названа на честь винахідника телефону Александра Грехема Белла і позначається дБ (десята частина Белла). У дБ проводиться спектральний аналіз шуму. Для інтегральної оцінки служить одиниця вимірювань рівня звуку – дБА. При використанні шкали цих одиниць

вимірюваний шумоміром шум коригується спеціальним електронним фільтром (А), щоб наблизити властивості приладу до властивостей людського сприйняття. Така корекція необхідна, оскільки людське вухо сприймає і відповідно суб'єктивно оцінює звуки різних частот по різному. Оскільки сприйнята вухом гучність звуку об'єктивно залежить від інтенсивності коливань повітряного середовища – так званого звукового тиску (змінного надлишкового тиску, що виникає в повітрі при проходженні звукової хвилі) – шум можна вимірювати і в одиницях тиску – паскалях [18].

Шум – щоденний супутник сучасних міських жителів, такий же повільний вбивця, як і хімічне отруєння. За деяким даними, шум посідає друге місце після паління за негативним впливом на організм людини.

Останні дослідження вчених показали, що шум міста негативно впливає на розумовий розвиток дітей, що в майбутньому неодмінно відбивається на їхній успішності в школі.

Шум впливає на зоровий і вестибулярний апарати, знижує стійкість ясного бачення й рефлекторної діяльності, що часто стає причиною нещасних випадків і травм.

Шум діє на психіку, пригнічуючи її, сприяє значній витраті нервової енергії. Відсутність необхідної тиші, особливо в нічний час, приводить до передчасної втоми. Шум заважає нормальному відпочинку й відновленню сил, порушує сон. А систематичне недосипання й безсоння, у свою чергу, ведуть до важких нервових розладів. Шуми високих рівнів можуть бути гарним ґрунтом для розвитку стійкого безсоння, неврозів й атеросклерозу.

Шум настільки небезпечний, що лікарі говорять про шумову хворобу, яка розвивається в результаті впливу шуму з переважним ураженням слуху й нервової системи.

Звуки наднизьких частот, які ми навіть не чуємо (інфразвуки), також небезпечні для організму людини. Частота в 6 Гц може викликати відчуття втоми, туги, морську хворобу, при частоті в 7 Гц може навіть наступити смерть від 15 раптової зупинки серця. Доведено, що потрапляючи в природний

резонанс роботи будь-якого органа, інфразвуки можуть зруйнувати його. Наприклад, частота в 5 Гц ушкоджує печінку.

Рівень шуму в 20-30 дБ практично нешкідливий для людини. Це природне шумове тло, без якого неможливе людське життя. Для «голосних звуків» припустима границя приблизно 80 дБ. При шумі 68-90 дБ виникають неприємні відчуття, при 120-130 – болючі, при 150 – необоротна втрата слуху, при 180 – смерть, зі звуком у 190 дБ вибухає атомна бомба [19]. Для прикладу, шум створений проїздом легкового автомобіля становить близько 70 дБА, вантажівки – 95 дБА, зльотом чи посадкою реактивного літака – 110 дБА, шум у промислових цехах коливається в межах 90-120 дБА [20].

Будь-який шум достатньої інтенсивності й тривалості може призвести до різного ступеня зниження слухової активності.

При високих рівнях шуму слух починає погіршуватися вже через 1-2 року, при середніх – зниження слуху виникає набагато пізніше, через 5-10 років. Тому особливо важливо заздалегідь вживати відповідних заходів захисту від шуму. Адже в цей час майже кожна людина, яка піддається впливу шуму, ризикує стати глухим.

Люди зараз живуть у постійному оточенні шуму, як поки неминучого наслідку розвитку техніки. До шуму не можна адаптуватися. Потреба в тиші стала загальнолюдською проблемою, над якою серйозно задумалися в багатьох країнах. За останнє десятиліття проблема боротьби з цим негативним явищем стала однією з найважливіших. Наприклад, у конституції ряду країн уже внесене право людей на життя в умовах здорового навколишнього середовища.

Цією проблемою також зацікавилися й екологи. Поступово в їхніх дослідженнях, в яких традиційно розглядався хімічний, фізичний і біологічний вплив на людину середовища його перебування, все більше уваги стало приділятися психологічному аспекту. Це привело до формування спеціального розділу екології – акустичної екології. На думку екологів, вплив рівня шуму за своєю дією на людину порівняний з такими факторами, як хімічний склад

повітря, радіаційне тло, зміна гравітації і т.д. З'явився спеціальний термін – шумове забруднення [19].

Можна виділити такі категорії впливу чутливої акустичної енергії на людину:

- 1) вплив на слухову функцію, яка обумовлює слухову адаптацію, слухове стомлення, тимчасову або постійну втрату слуху;
- 2) порушення здатності передавати та сприймати звуки мовного спілкування;
- 3) дратівливість, неспокій, порушення сну;
- 4) зміна фізіологічних реакцій людини на стресові сигнали і сигнали, які не є специфічними для шумового впливу;
- 5) вплив на психічне і соматичне здоров'я;
- 6) вплив на виробничу діяльність, розумова праця.

Міський шум сприймається перш за все суб'єктивно. Першим показником несприятливого його дії є скарги на дратівливість, неспокій, порушення сну. У появі скарг рівень шуму і фактор часу мають вирішальне значення, але ступінь неприємних відчуттів залежить і від того, якою мірою шум перевищує звичайний рівень. Значну роль у виникненні у людини неприємних відчуттів грають його ставлення до джерела шуму, а також закладена в шумі інформація.

Таким чином, суб'єктивне сприйняття шуму залежить від фізичної структури шуму і психофізіологічних особливостей людини. Реакції на шум у населення неоднорідна. Надчутливі до шуму 30 % людей, мають нормальну чутливість – 60 %, нечутливі – 10 %.

На ступінь психологічного і фізіологічного сприйняття акустичного стресу впливають типи вищої нервової діяльності, індивідуальний біоритмічний профіль, характер сну, рівень фізичної активності, кількість стресових ситуацій протягом доби, ступінь нервового і фізичного перенапруження, а також куріння і алкоголь [21].

Гучність звуку – суб'єктивне сприйняття сили звуку (абсолютна величина слухового відчуття) людини з нормальним слухом.

Сто років тому рівень шуму на центральних магістралях великих міст не перевищував 60 дБ. Нині у великих містах є райони, де він перевищує 70 дБ. 60-80 % міського шуму генерує автотранспорт.

Шум у великих містах скорочує тривалість життя людини. За даними австрійських дослідників, це скорочення життя коливається в межах 8-12 років. Надмірний шум може стати причиною нервового виснаження, психічної пригніченості, вегетативного неврозу, виразкової хвороби, розладу ендокринної і серцево-судинної систем. Шум заважає людям працювати і відпочивати, знижує продуктивність праці. Найбільш чутливі до дії шуму люди старшого віку [17].

Шум шкідливий не лише для людини. Встановлено, що рослини під впливом шуму повільніше ростуть, у них спостерігається надмірне (навіть повне, що призводить до загибелі) виділення вологи через листя, можливі порушення роботи клітин. Гинуть листя і квіти рослин, що розміщені біля гучномовця.

Аналогічно діє шум на тварин. Від шуму реактивного літака гинуть личинки бджіл, самі вони втрачають здатність орієнтуватися, в пташиних гніздах дає тріщини шкаралупа яєць. Від шуму знижуються надої, приріст ваги свиней, несучість курей. Хворобливо переносять шум риби, особливо у період нересту [22].

Автомобіль є джерелом шуму. Розрізняють шум зовнішній, який має вплив на оточуючих, так і шум внутрішній, який має вплив на водія і пасажирів.

Джерела шуму на автомобілі умовно можна розділити на дві групи:

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

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

*Шляхи поширення шуму в автомобілі.* Повітряний шум від первинних джерел проникає в салон автомобіля через нещільності кузова (дверні прорізи, технологічні отвори), а також через деталі автомобіля вироблені зі скла.

Структурний шум проникає в автотранспорт через елементи підвіски до кузова силового агрегату, трансмісії, системи вихлопу, ходової частини. Вібрація, що передається через елементи підвіски, змушує коливатися всі без винятку панелі кузова, які в свою чергу випромінюють структурний шум.

Крім того, звук, що випромінюється елементами системи вихлопу (трубами, резонатором, глушником), призводить до додаткової вібрації підлоги автотранспорту, що вносить відчутний внесок у загальний рівень внутрішнього шуму [23].

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

## **1.6 Методи зниження шумового впливу від роботи автотранспорту**

До містобудівних заходів щодо захисту населення від шуму відносяться: збільшення відстані між джерелом шуму і об'єктом, що захищається; спеціальних шумозахисних смуг озеленення; використання різних прийомів планування, раціонального розміщення мікрорайонів. Крім того, містобудівними заходами є раціональна забудова магістральних вулиць, максимальне озеленення території мікрорайонів і розділових смуг, використання рельєфу місцевості і ін.

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

Результативним заходом боротьби з шумом у містах є озеленення. Древа, які посаджені близько одне від одного, оточені густими кущами, значно знижують рівень техногенного шуму і покращують міське середовище. Особливою шумопоглинаючою здатністю наділені рослини. Насадження клена, тополі, липи поглинають від 10 до 20 дБ звукових сигналів. Густа жива загорожа здатна зменшити шум автотраси у 10 разів.

Ефективним шляхом вирішення проблеми боротьби з шумом є зниження його рівня в самому джерелі за рахунок зміни технології і конструкції машин. До заходів цього типу відносяться заміна галасливих процесів безшумними, ударних – ненаголошеними, наприклад заміна клепки – паянням, кування і штампування обробкою тиском; заміна металу в деяких деталях не звучними матеріалами, застосування віброізоляції, глушників, демпфування, звукоізолюючих кожухів і ін.

Велике значення в боротьбі з шумом мають архітектурно-планувальні і будівельні заходи. Архітектурно-планувальний аспект колективного захисту від шуму пов'язаний з необхідністю обліку вимог шумозахисту в проектах планування і забудови міст і мікрорайонів. Передбачається зниження рівня шуму шляхом використання екранів, територіальних розривів, шумозахисних конструкцій, зонування і районування джерел і об'єктів захисту, захисних смуг озеленення. Акустичні засоби захисту від шуму підрозділяються на засоби звукоізоляції, звукопоглинання і глушники шуму.

Найбільш очевидним способом зменшення шуму автомобільного транспорту є зниження інтенсивності руху в результаті зсуву транспортного потоку. Розділення транспортного потоку, наприклад, навпіл, в загальному випадку веде до зниження рівнів транспортного шуму на 3 Дб. Можна зняти транспортний потік із слабо використовуваної дороги і перекинути його вже в сильно навантажену. Це приведе до невеликого збільшення шуму на сильно навантаженій дорозі, особливо якщо вона була наперед спроектована для інтенсивного потоку. В той же час при цьому будуть досягнуті значні результати по зниженню шуму на слабо навантажених автомобільних дорогах.



В умовах неоднорідної реконструкції або розвитку району, коли зводяться квартали висотних будинків, які не можуть бути легко екрановані за допомогою бар'єрів повинні якнайдалі розміщуватися від дороги, на скільки дозволяють місцеві умови. Житлові райони можна захистити від шуму автомобільного транспорту шляхом розміщення їх на достатньо віддаленій відстані від джерела шуму [24]. На рис. 1.1 наведені основні засоби захисту від шуму на шляху його розповсюдження.



**Рисунок 1.1 – Засоби захисту від шуму на шляху його розповсюдження**

Таким чином, проблема акустичного забруднення міського середовища є дуже актуальною, тому темою даної дипломної роботи є оцінка впливу шумового забруднення, спричиненого роботою автотранспорту на стан навколишнього середовища та розробка засобів його мінімізації.

Для досягнення поставленої мети були сформульовані наступні задачі дослідження:

1. Оцінити негативний вплив автотранспорту на навколишнє середовище та дослідити основні способи зниження шкідливого впливу автомобілів.
2. Дослідити добову динаміку інтенсивності руху автотранспорту на типовому перехресті м. Дніпро (перехрестя вул. О.Гончара та Шевченка).

3. Дослідити рівень акустичного забруднення на досліджуваному перехресті у залежності від інтенсивності руху автотранспорту: у години «пік» та у години найменшої інтенсивності руху транспорту протягом робочого часу.

4. Встановити рівень шуму від автотранспорту, що відбивається поверхнею будівель та споруд на досліджуваному перехресті.

5. Оцінити рівень забруднення атмосферного повітря оксидом вуглецю у залежності від інтенсивності руху автотранспорту та метеорологічних умов.

6. Обґрунтувати вибір системи вертикального озеленення фасаду будівлі сьомого корпусу ДВНЗ «НГУ» та запропонувати архітектурні та конструктивні рішення об'єктів вертикального озеленення.

7. Розрахувати очікуваний рівень зниження акустичного забруднення, концентрації CO у повітрі на перехресті та температури повітря у приміщенні корпусу після впровадження вертикального озеленення на фасаді.

## 2 ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Методика дослідження шумового забруднення транспортними потоками сельбищної частини міста

Вимірювання відповідно до вимог стандарту ГОСТ 20444-2014 [25], повинні проводитися для оцінки фактичних шумових характеристик транспортних потоків, що складаються з легкових та вантажних автомобілів, автопоїздів, автобусів, тролейбусів, трамваїв, мотозасобів (мотоциклів, моторолерів, мопедів, мотовелосипедів), а також інших видів автотransпортних засобів на автомобільних дорогах, на вулично-дорожньої мережі міст та інших населених пунктів, або з поїздів різних видів (пасажирських, вантажних і приміських електропоїздів) на ділянках залізниць чи з метропоїздів на відкритих лініях метрополітену.

Шумові характеристики транспортних потоків є основними вихідними даними для виконання за діючими нормативно-технічними документами акустичних розрахунків за оцінкою шумового режиму в приміщеннях житлових і громадських будівель і на територіях житлової забудови, прилеглих до вулично-дорожньої мережі міст та інших населених пунктів, до автомобільних і залізних дорогах, а також до відкритих лініях метрополітену

При вимірюванні шумових характеристик транспортного потоку доцільно одночасно визначати його інтенсивність, склад руху.

Інтенсивність транспортного потоку дорівнює числу транспортних засобів, що проходять через поперечний переріз дороги в обох напрямках в одиницю часу.

Склад транспортного потоку визначається за відотною кількістю (у відсотках) окремих груп транспорту (легкові, вантажні автомобілі, автобуси, тролейбуси, трамваї, мотозасобів і ін.) До загальної кількості транспортних засобів в потоці [25].

Згідно ГОСТ 31296.2 [26] при одиничній звуковій події (наприклад, шум при проїзді окремого автомобіля або при проході окремого поїзда і т.п.), коли

шум джерела діє протягом невеликого часу, а протягом більшої частини тимчасового інтервалу спостереження має місце фоновий шум, вимір кожного звукового події проводять протягом часу, який достатній для того, щоб охопити всі основні складові шуму [27].

Вимірювання еквівалентного і максимального рівня звуку слід проводити інтегруючими усереднюючими шумомірами, а вимір рівня звукового впливу - інтегруючими шумомірами по ГОСТ 17187-2010 [28]. Допускається застосування комбінованих вимірювальних систем, в тому числі автоматичних, що відповідають технічним вимогам шумомірів по ГОСТ 17187-2010 [28].

Для вимірювання характеристик шуму застосовуються шумоміри, частотні аналізатори, та ін. Для об'єктивного вимірювання рівня звуку застосовують шумоміри. Фактично шумомір являє собою мікрофон, до якого підключений вольтметр, проградуєований в децибелах. Оскільки електричний сигнал на виході з мікрофону пропорційний вихідному звуковому сигналу, приріст рівня звукового тиску, що впливає на мембрану мікрофона, викликає відповідний приріст напруги електричного струму на вході у вольтметр, що і відображається за допомогою індикаторного пристрою, проградуєованого в децибелах.

Для вимірювання рівнів звукового тиску в контрольованих смугах частот (наприклад, 31,5; 63; 125 Гц та ін.), а також для вимірювання рівнів звуку (дБА), коректованих за шкалою А з урахуванням особливостей сприйняття людським вухом звуків різних частот, сигнал після виходу з мікрофону, але до входу в вольтметр, пропускають через відповідні електричні фільтри.

Загальна схема шумоміра обирається так, щоб його властивості наближалися до властивостей людського вуха. Оскільки чутливість вуха залежить як від частоти звуку, так і від його інтенсивності, в шумомірі використовуються кілька комплектів фільтрів, що відповідають різній інтенсивності шуму. Дані фільтри дозволяють імітувати амплітудно-частотну характеристику вуха при заданій потужності звуку. Ці фільтри називаються А, В, С, D. Фільтр А приблизно відповідає амплітудно-частотній характеристиці

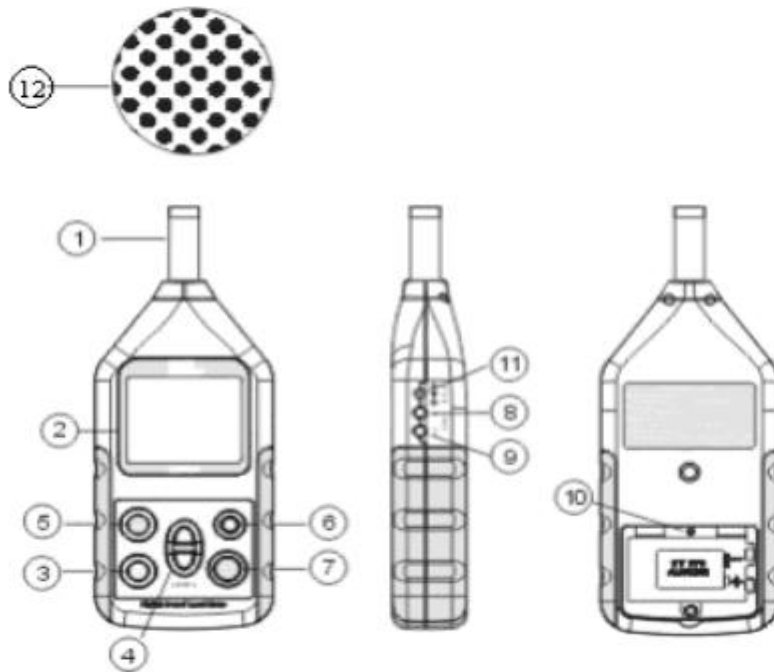
«посереднього вуха» при слабких рівнях шуму, фільтр В – при сильних рівнях шуму. Фільтр D був розроблений для оцінки авіаційного шуму. В даний час для нормування шуму застосовуються тільки фільтри А і С (останній – для оцінки пікових рівнів шуму). Останні версії стандартів на шумоміри не встановлюють вимог до фільтрів В і D.

Цифровий шумомір AR814 (за допомогою якого проводилось дослідження) – спеціалізований пристрій для вимірювання характеристик шуму (рівня звука). Цифровий шумомір перетворює аналоговий звуковий сигнал, сприйнятий мікрофоном шумоміра, у вигляд цифрового. Таким чином, характеристики звуку можуть бути відображені на екрані шумоміра. Діапазон вимірів складає: 30-130 дБА, 35-130 дБС. Чуттєвість приладу – 2 с, тобто показання на дисплеї відображаються миттєво. Електронний шумомір AR814 використовується в широкому діапазоні сфер застосування [29].

Рівень шуму на перехресті, а також відбитий шум від стін будівель було досліджено за допомогою цифрового шумоміру моделі AR814. Загальний вигляд зображено на рис. 2.1, а загальну будову на рис. 2.2 [29].



**Рисунок 2.1 – Шумомір AR814**



1 – мікрофон; 2 – дисплей; 3 – кнопка включення; 4 – перемикач контрольних діапазонів; 5 – кнопка фіксації максимального значення; 6 – кнопка вибору частотного навантаження (А – для більшості вимірів, С – для низькочастотних шумів); 7 – кнопка установки часу частотного навантаження (FAST – для звичайних вимірів, SLOW – для середнього рівня плаваючих шумів); 8 – вихід АС; 9 – вихід DC; 10 – гвинт для калібрування (потенціометр); 11 – вхід живлення 9 В; 12 – насадка на мікрофон

**Рисунок 2.2 – Будова шумоміра AR814**

Засоби вимірювання, призначені для вимірювання шумових характеристик транспортних потоків, повинні мати діючі свідоцтва про повірку. Міжповірочний інтервал встановлює виробник вимірювальної апаратури або ГОСТ 17187-2010.

До і після кожної серії вимірювань шумових характеристик транспортних потоків слід провести перевірку калібрування засобів вимірювання і переконатися в тому, що засоби вимірювання задовольняють вимогам, наведеним в керівництві з експлуатації та в паспортах на засоби вимірювання.

Перед проведенням вимірів шумових характеристик транспортних потоків слід визначати метеорологічні умови (швидкість вітру, температуру повітря, вологість, атмосферний тиск) за офіційними даними метеослужби або

за допомогою відповідних засобів вимірювальної техніки, що мають діючі свідоцтва про повірку.

Місця для проведення вимірювань шумових характеристик автотранспортних потоків слід вибирати на прямолінійних ділянках вулиць і автомобільних доріг з усталеною швидкістю руху автотранспортних засобів і на відстані не менше 50 м від перехресть, транспортних площ і зупиночних пунктів пасажирського громадського транспорту.

Вимірювання слід проводити на ділянках вулиць і автомобільних доріг з чистою і сухою поверхнею проїжджої частини.

Примітка. У особливих випадках (наприклад, на вимогу замовника роботи або при проведенні спеціальних наукових досліджень) вимірювання можуть бути проведені на ділянках вулиць і автомобільних доріг при іншому стані поверхні проїзної частини.

Якщо не використовується всепогодний мікрофон, то вимірювання не слід проводити під час випадання атмосферних опадів, при тумані і при швидкості вітру більше 5 м / с. При швидкості вітру в межах від 1 до 5 м / с необхідно застосовувати вітрозахисний пристрій, рекомендований виробником приладу, що надягається на вимірювальний мікрофон для захисту його мембрани від вітру і запобігання спотворення вимірюваних рівнів звуку (рівнів звукового тиску).

Значення інших метеорологічних параметрів (температура повітря, вологість, атмосферний тиск) під час вимірювань не повинні виходити за рамки граничних значень, наведених у технічній документації на відповідну вимірювальну апаратуру.

При проведенні вимірювань шумових характеристик транспортних потоків вимірювальна апаратура не повинна піддаватися впливу вібрації, електричних і магнітних полів, радіоактивного опромінення, що перевищують межі, встановлені технічною документацією на цю апаратуру. Час проведення вимірювань необхідно вибирати в періоди максимальної інтенсивності руху транспортних потоків як в денний, так і в нічний періоди доби.

Доцільно вимірювати шумові характеристики транспортних потоків в денний період доби не менше трьох разів: вранці в інтервалі від 7.00 до 9.00 год, вдень в інтервалі від 9.00 до 19.00 год та ввечері в інтервалі від 19.00 до 23.00 год.

У нічний період доби доцільно проводити вимірювання шумових характеристик транспортних потоків два рази: в інтервалі від 23.00 до 1.00 год і в інтервалі від 1.00 до 7.00 год.

У загальному випадку, виходячи з поставлених завдань, для вимірювань шумових характеристик транспортних потоків можуть бути обрані й інші тимчасові інтервали.

При проведенні вимірювань шумових характеристик головна вісь вимірювального мікрофона повинна бути направлена в бік транспортного потоку і перпендикулярно до напрямку дороги. Оператор, який проводить вимірювання, повинен знаходитися на відстані не менше 0,5 м від вимірювального мікрофона для попередження небажаних відображень звуку. Не допускається перебування між вимірювальним мікрофоном і транспортним потоком людей і сторонніх предметів.

При проведенні вимірювань еквівалентного і максимального рівня звуку, рівня звукового впливу А індикатор частотної характеристики слід встановлювати в положення «А», а індикатор тимчасової характеристики – в положення «повільно» (slow).

При проведенні вимірювань октавних еквівалентних рівнів звукового тиску індикатор частотної характеристики вимірювальної апаратури слід встановлювати в положення, вказане в інструкціях до вимірювальної апаратури (наприклад, в положення «фільтри»).

При проведенні вимірювань шумових характеристик автотранспортного потоку, до складу якого можуть входити легкові і вантажні автомобілі, автопоїзди, автобуси, троллейбуси, трамваї, мотозасобів (мотоцикли, моторолери, мопеди, мотовелосипеди), а також інші види транспортних засобів, вимірювальний мікрофон повинен розташовуватися на відстані  $(7,5 \pm 0,2)$  м від



осі ближньої до крапки виміру смуги або шляху руху транспортних засобів і на висоті  $(1,5 \pm 0,1)$  м від рівня покриття проїзної частини або головки рейки трамвайної колії [26].

В умовах обмеженої забудови вимірювальний мікрофон допускається розташовувати на відстані меншій 7,5 м від осі ближньої до точки виміру смуги або шляху руху транспортних засобів [30], в залежності від поставленої цілі.

## 2.2 Оцінка ступеня забрудненості атмосферного повітря оксидом вуглецю CO міського середовища на ділянці магістральної вулиці

Концентрація CO на перехресті була розрахована за загально прийнятою методикою [31] з урахуванням метеорологічних даних [32]. Ступінь забрудненості повітря автотранспортом залежить не тільки від інтенсивності руху транспорту, вантажопідйомності машин, а й типу міської забудови, рельєфу місцевості і т.д. Формула для розрахунку, запропонована В. Ф. Сидоренком и Ю. Г. Фельдманом:

$$C_{co} = (A + 0,01 \cdot N \cdot K_T) \cdot K_A \cdot K_V \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_{II}, \text{ мг/м}^3; \quad (2.1)$$

де А – фонове забруднення атмосферного повітря оксидом вуглецю нетранспортного походження,  $A=2 \text{ мг/м}^3$  [33];

N – сумарна інтенсивність руху автомобілів на ділянці вулиці (автомоб./год);

$K_T$  – коефіцієнт токсичності автомобілів за викидами в повітря оксиду вуглецю;

Коефіцієнт токсичності автомобілів визначають як середньозважений для потоку автомобілів за формулою:

$$K_T = \sum_{i=1}^n P^i \cdot K_T^i; \quad (2.2)$$

де  $P^i$  – склад руху в долях одиниць;

$K_T^i$  – коефіцієнт токсичності для різних видів автомобілів (табл. 2.1);

$K_A$  – коефіцієнт, що враховує аерацію місцевості (табл. 2.2);

$K_V$  – коефіцієнт, що враховує зміну забруднення атмосферного повітря оксидом вуглецю залежно від величини подовжнього ухилу (табл. 2.3);

$K_C$  – коефіцієнт, що враховує зміну забруднення атмосферного повітря оксидом вуглецю залежно від швидкості вітру (табл. 2.4);

$K_B$  – те ж відносно вологості повітря (табл. 2.5);

$K_H$  – коефіцієнт збільшення забрудненості атмосферного повітря оксидом вуглецю біля перехресть (табл. 2.6).

Таблиця 2.1 – Значення коефіцієнта  $K_T$

Тип автомобіля	Коефіцієнт $K_T$
Легковий	1
Легкий вантажний	2,3
Середній вантажний	2,9
Важкий вантажний (дизельний)	0,2
Автобус	3,7

Таблиця 2.2 – Значення коефіцієнта  $K_A$

Тип місцевості за ступенем аерації	Коефіцієнт $K_A$
Транспортні тунелі	2,7
Транспортні галереї	1,5
Магістральні вулиці і дороги з багатоповерховою забудовою з двох сторін	1
Житлові вулиці з одноповерховою забудовою, вулиці і дороги у виїмці	0,6
Міські вулиці і дороги з однібічною забудовою, набережні, естакади, високі насипи, віадуки	0,4
Пішохідні тунелі	0,3

Таблиця 2.3 – Значення коефіцієнта  $K_V$ 

Повздожній ухил, градуси	Коефіцієнт $K_V$
0	1
2	1,06
4	1,07
6	1,18
8	1,55

Таблиця 2.4 – Значення коефіцієнта  $K_C$ 

Швидкість вітру, м/с	Коефіцієнт $K_C$
1	2,7
2	2
3	1,5
4	1,2
5	1,05
6	1

Таблиця 2.5 – Значення коефіцієнта  $K_B$ 

Відносна вологість повітря, %	Коефіцієнт $K_B$
100	1,45
90	1,3
80	1,15
70	1
60	0,85
50	0,75
40	0,6

Таблиця 2.6 – Значення коефіцієнта  $K_{II}$ 

Тип перехрестя	Коефіцієнт $K_{II}$
Регульоване перехрестя:	
- світлофорами звичайне	1,8
- світлофорами кероване	2,1
- саморегульоване	2
Нерегульоване перехрестя:	
- зі зниженням швидкості	1,9

Тип перехрестя	Коефіцієнт $K_{\Pi}$
- кільцеве	2,2
- з обов'язковою зупинкою	3

Відповідно до ГОСТ – 17.2.2.03-87 [34], виділяють такі рівні завантаженості вулиць автотранспортом:

- низька інтенсивність руху – 2,7-3,6 тис. автомобілів на добу;
- середня інтенсивність руху – 8-17 тис. автомобілів на добу;
- висока інтенсивність руху – 18-27 тис. автомобілів на добу.

### 2.3 Статистичний аналіз

Щоб отримати комплексну характеристику вимірюваного об'єкта (явища і т.п.), необхідно після проведених вимірювальних експериментів обробити результати первинних вимірювань (спостережень). При обробці результатів вирішують два завдання: знаходять оптимальну оцінку значення вимірюваної величини (довірчі інтервали) і оцінюють точність вимірювання. Разом з результатом вимірювання доцільно вказати інші важливі дані, наприклад кількість спостережень (первинних вимірювань) і їх статистичний розподіл, алгоритм обробки, характеристики вимірювальних засобів, умови вимірювань, способи корекції систематичних похибок, імовірнісні показники і т.п. Наявність цих даних дає можливість порівнювати результати вимірювань, виконаних за допомогою однакових або різних методик, різними засобами вимірювальної техніки в різних установах.

Помилка визначення. Помилкою визначення називається відхилення отриманої експериментально величини від істинного значення. Помилки в кількісному аналізі можуть з'являтися внаслідок різноманітних причин: недосконалість наших органів почуттів, зміни зовнішніх умов, впливу різних чинників на показання вимірювальних приладів і т.д. За характером виникнення помилки діляться на систематичні, випадкові і грубі (промахи).

Помилки, які залежать від постійних причин і повторюються при всіх спостереженнях, називаються систематичними. Ці помилки виникають, наприклад, при неточному градуюванні мірного посуду (в об'ємних визначеннях) або різноважок (в гравіметричних визначеннях), при неправильно складеній аналітичній методиці і ін. Систематичні помилки мають один знак, тобто при всіх вимірах виходять результати, що відхиляються від істинного значення в одну сторону.

Випадкові помилки пов'язані з різними випадковими чинниками, що не піддаються обліку і усунення. В кожному окремому випадку ці помилки призводять до різних результатів.

Грубі помилки (промахи) виникають при невірних відмітках, неправильних записах, порушеннях вимог методики і т.д. Результати з грубими помилками при обробці експериментальних даних повинні бути виявлені і відкинуті.

За ступенем і виду відхилення отриманого результату від істинного значення розрізняють помилки абсолютні, відносні і середньоквадратичні. Абсолютною помилкою ( $\Delta_0$ ) називається різниця між результатом спостереження або вимірювання і справжньої ( $a$ ) або середньої ( $\bar{x}$ ) величини:

$$\Delta_0 = x_i - \bar{x}; \quad (2.3)$$

Відносною помилкою  $\Delta$  називається відношення абсолютної помилки до середнього результату:

$$\Delta = \frac{\Delta_0}{\bar{x}} \cdot 100\%; \quad (2.4)$$

Середні квадратичні помилки діляться на:

- дисперсію  $S^2$ :

$$S^2 = \frac{\sum (\Delta_0)^2}{n-1} = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}; \quad (2.5)$$

- стандартне відхилення окремого результату  $Sx$ :

$$Sx = \sqrt{S^2}; \quad (2.6)$$

- стандартне відхилення середнього результату  $Sx_{cp}$ :

$$Sx_{cp} = \sqrt{\frac{S^2}{n}}; \quad (2.7)$$

Ці помилки залежать від числа паралельних визначень і квадратів абсолютних помилок.

Середні квадратичні помилки можуть бути використані для оцінки аналітичного методу і виявлення грубих помилок. Так, грубими помилками вважаються такі значення результату вимірювання, у яких абсолютне відхилення від середнього значення перевищує потрібну величину стандартного відхилення окремого результату:

$$x_i - \bar{x} > 3 \cdot Sx \quad (2.8)$$

Величина довірчого інтервалу визначається як  $\bar{x} \pm \varepsilon_P$ , де

$$\varepsilon_P = t_{k,P} \cdot Sx_{cp}. \quad (2.9)$$

В даному випадку  $t_{k,P}$  – коефіцієнт Ст'юдента-Фішера, який залежить від заданої довірчої ймовірності  $P$  і кількості ступенів свободи  $k = n-1$ .

Передбачається, що дані значення вимірюваного параметра із заданою вірогідністю знаходиться в цьому інтервалі.

Точність аналізу як якісна характеристика близькості до нуля всіх видів помилок вимірювання (систематичних і випадкових) обчислюється як відношення  $\varepsilon_P$  до середнього значення:

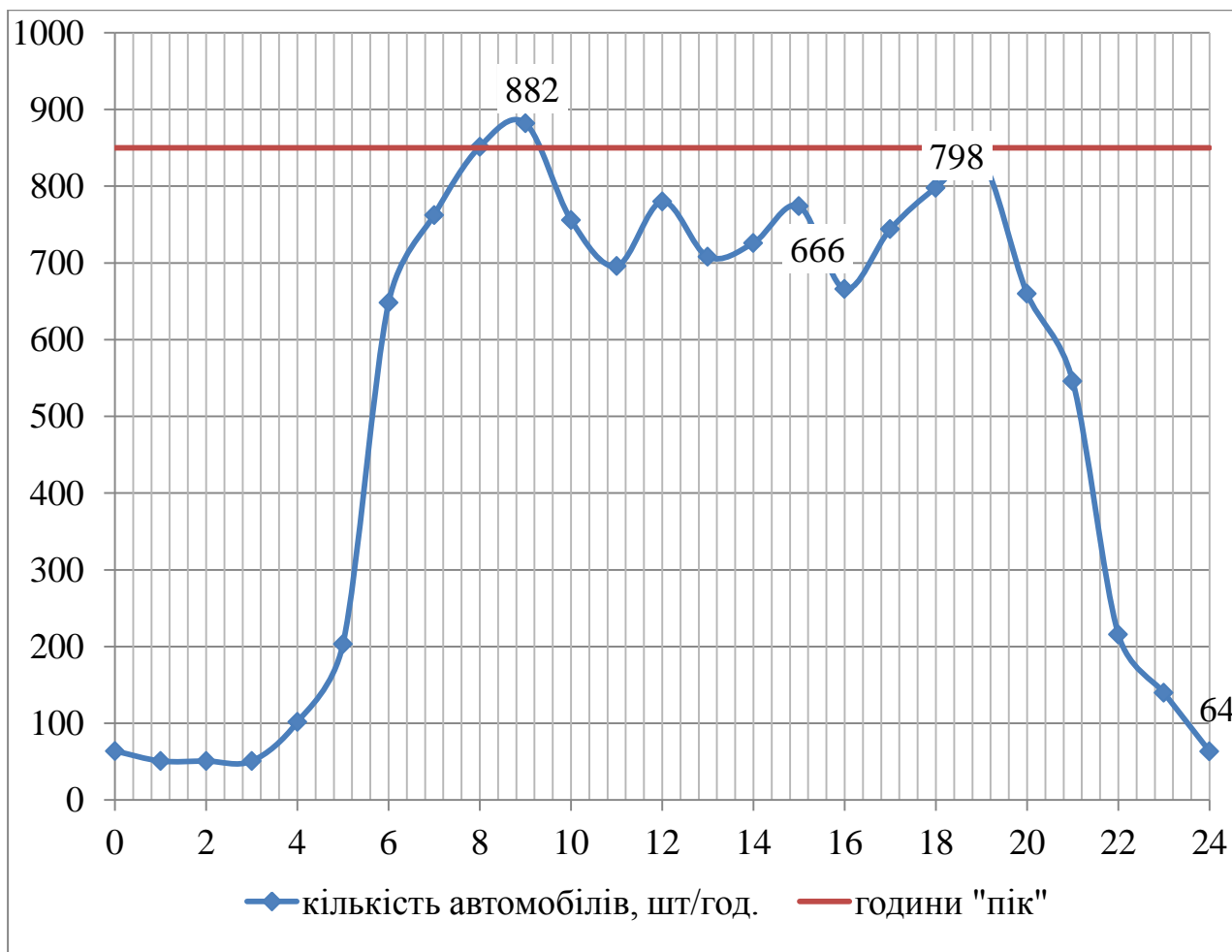
$$\Delta = \frac{\varepsilon_P}{\bar{x}} \cdot 100\%. \quad (2.10)$$

Необхідно враховувати, що особливості різних видів вимірювань зумовлюють певні відмінності при обробці їх результатів [35].

#### **2.4 Результати дослідження акустичного забруднення міського середовища на прикладі дослідження типового перехрестя м.Дніпро**

Основна мета даного дослідження полягає в дослідженні акустичного забруднення міського середовища та на основі отриманих даних розробити способи його зниження. Дослідження акустичного рівня забруднення визначалось шляхом виміру шуму на типовому міському перехресті (перетин вул. О.Гончара та вул. Шевченка) з багатоповерховими будівлями по обидва боки від дороги. Такий тип міської забудови формує своєрідний високий «тунель», в якому шум, що утворюється від роботи автотранспорту, відбивається від стін, посилюючи свій негативний вплив на живі організми [36].

На даному перехресті проходить дев'ять маршрутів міського громадського транспорту [37], перехрестя саморегулює, світлофорів немає. Також проведено допоміжне дослідження інтенсивності транспортного потоку (рис. 2.3). Згідно рис. 2.3 дослідження проводились у робочий день у «годину пік» з найбільшою інтенсивністю руху автотранспорту (8.00-9.00, середня кількість автомобілів – 882 шт./год) та у післяобідню годину, коли інтенсивність руху транспорту на цьому перехресті протягом робочого часу найменша (15.00-16.00, середня кількість автомобілів – 666 шт./год).



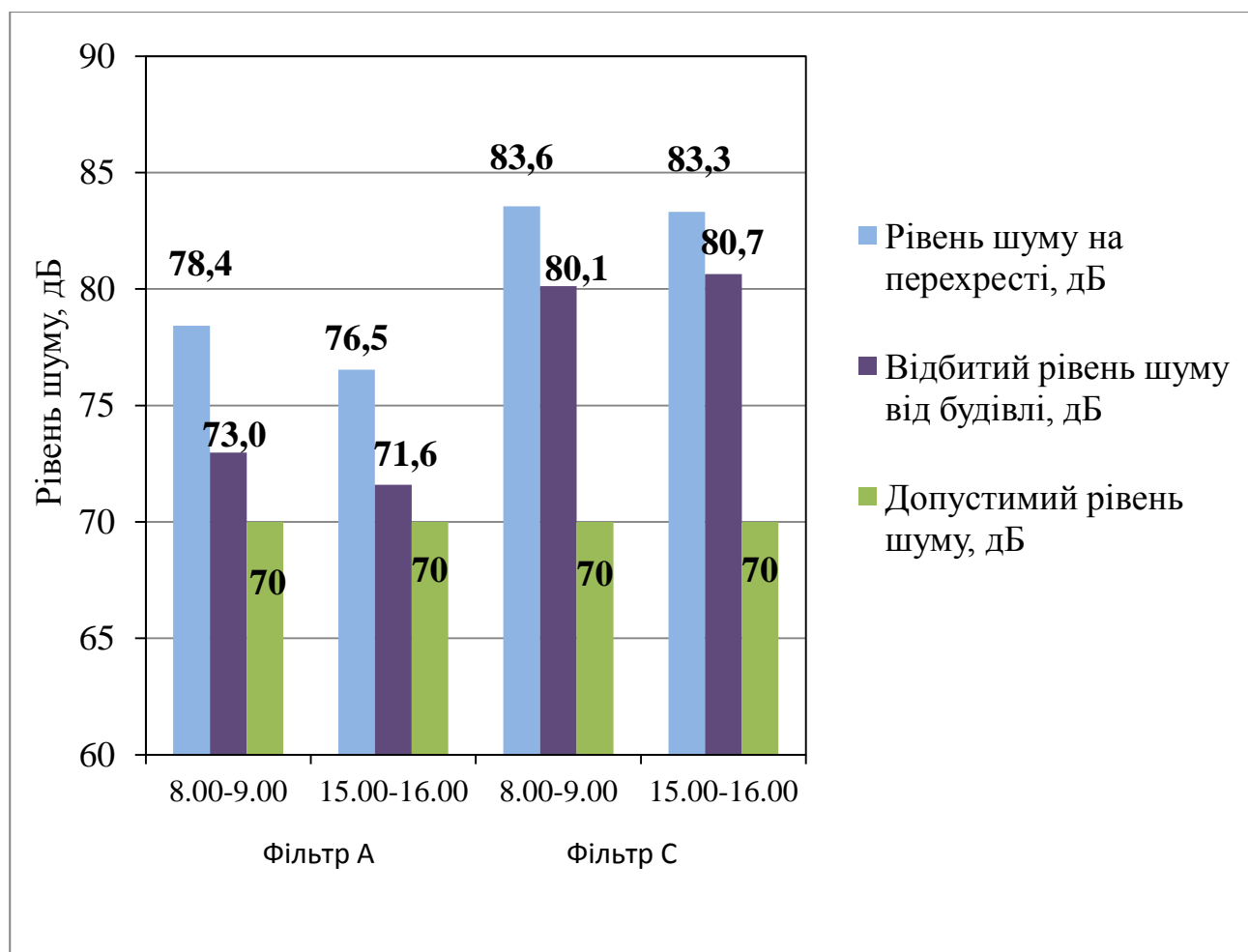
**Рисунок 2.3 – Добова динаміка інтенсивності руху автотранспорту на перехресті вул. О.Гончара та Шевченко**

У середньому за добу це перехрестя перетинає більше 12 тисяч автомобілів, тобто на цій ділянці дороги спостерігається середня інтенсивність руху автотранспорту. Ці дані були отримані на основі попередніх досліджень [38]. Рівень шуму на перехресті, а також відбитий шум від стін будівель було досліджено за допомогою цифрового шумоміру моделі AR814. Для оцінки шуму використовувався фільтр А, який приблизно відповідає амплітудно-частотній характеристиці «посереднього вуха» при слабких рівнях шуму і фільтр С для оцінки пікових рівнів шуму.

Максимальний допустимий рівень звуку на території, які безпосередньо прилягають до житлових будинків становить вдень до 70 дБ, вночі – до 60 дБ



[39]. Результати отриманих даних наведені в табл. 2.7 та 2.8. Усереднені дані рис. 2.4.



*Рисунок 2.4 – Рівень шуму на перетині вул. О.Гончара та вул. Шевченка*

Дослідження проводились при таких метеорологічних параметрів (температура повітря, вологість, атмосферний тиск) які під час вимірювань не виходили за рамки граничних значень, наведених у технічній документації шумоміру AR814. Вимірювальна апаратура не піддавалася впливу вібрації, дії електричних і магнітних полів, дії радіоактивного опромінення, що перевищують межі, встановлені технічною документацією на цю апаратуру.

Як видно з рис. 2.4, у «годину пік» та під час суттєвого зменшення кількості автомобілів, що перетинають це перехрестя (15.00-16.00), рівень шуму перевищує встановлені нормативи. Причому і шум від транспортного потоку, і шум, що відбивається від будівель, знаходиться на рівні вище за 70 дБА.

Таблиця 2.7 – Рівень шуму, що створюється потоком автотранспорту на досліджуваному перехресті (8.00-9.00)

			n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
08.00-09.00	Фільтр А	Рівень шуму на перехресті, дБ	Серія 1	66,7	75	79,1	82	78,6	79,5	80,4	76,2	76,1	65,7	82	76,6	79,1	70,3	78,4
			Серія 2	75,2	72,7	78,6	77	78,7	81	75,7	82,9	78,3	76,5	79,7	82,6	81,4	79,9	80,5
			Серія 3	80,1	83	83,3	78,6	86,6	78,8	77	77,2	79,8	76,9	86,6	80,7	74,6	83,7	89
		Відбитий рівень шуму від будівлі, дБ	Серія 1	79,3	78	79,5	78,3	77,4	75,5	74,3	75,6	75,8	76,4	72,6	81,2	79,8	76,5	73,3
			Серія 2	72,6	69,9	70,2	69,6	75,1	74,9	72,5	68,6	65	74,9	70,2	73,5	75	75,5	70,6
			Серія 3	73,3	73,1	74,5	73,6	72	67,4	66,8	66,8	67,7	72,6	73	72,3	71,3	69,9	72,2
	Фільтр С	Рівень шуму на перехресті, дБ	Серія 1	98,8	85,5	82,2	85,9	83,3	86,4	88,5	84,6	82	83,6	83,1	81,4	87,3	80,4	84,9
			Серія 2	81,6	83,3	87,2	83,2	83,6	84,3	85,4	85,1	81,7	80,4	83,4	82,7	80,4	78,1	76,4
			Серія 3	81,5	79	78	84	83,4	83,6	85,3	81,8	79,8	82,9	88,8	88	82,9	81,8	85,5
		Відбитий рівень шуму від будівлі, дБ	Серія 1	78,4	82,1	84,5	84,1	80,2	81,3	85,9	81	80,4	80,9	81	78	76,7	83,9	80,6
			Серія 2	77,8	76,9	79,5	75,6	74,9	76,3	79,6	77,4	78	80	76	79,2	78,3	77,9	75
			Серія 3	80,7	78,9	76,5	78,1	79,3	80,7	76,8	82,2	80,5	86,4	77,1	76,3	76,5	75,6	78,8
			n	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
08.00-09.00	Фільтр А	Рівень шуму на перехресті, дБ	Серія 1	78,9	77,2	71,3	80,9	77,2	81,1	81,7	65,3	71,6	78,6	71	80	83,5	76,9	79,9
			Серія 2	75,6	79,7	79	78,4	81,3	80,7	84,2	74,6	75,3	71,8	86	81,8	78,5	80,1	77,9
			Серія 3	75,9	75,2	79,9	72,2	77,6	80,5	82,2	78,2	81,8	77,2	72	79,6	84,1	79,5	80,6
		Відбитий рівень шуму від будівлі, дБ	Серія 1	77,4	75,1	70,3	74,7	72,6	72,1	78,4	76,9	74,5	75,7	74,1	72,2	72,4	71,3	76
			Серія 2	72,7	74,5	74	73,9	71,5	72	67,7	69,6	72,5	76	69,3	76,5	80	81,5	78,7
			Серія 3	77,8	74,3	72,3	67	68,6	73,4	69,1	70,6	69,7	67,5	69	67,8	67,9	66,6	64,4
	Фільтр С	Рівень шуму на перехресті, дБ	Серія 1	97,7	81,8	82,7	85,3	74,8	83,3	85	81,3	86,5	78,9	82	85,8	78,6	72,9	87,5
			Серія 2	78,6	82,9	83,2	86,7	83	88	84,2	87,3	90,7	87,1	88,9	91,4	86,6	91,8	75,9
			Серія 3	79,6	79,2	79,7	82,2	87,5	78,4	78,6	90,6	81,2	80,4	79,3	80,9	83,8	81,2	86
		Відбитий рівень шуму від будівлі, дБ	Серія 1	83,2	79,2	82,2	82,9	86	80	79	86,7	86,5	83,2	84,4	84,9	87,8	82,7	85,2
			Серія 2	78,5	78,7	80,6	80,2	80,7	79,8	78,7	82,7	80,9	79,1	80,6	78,5	78,6	79,3	78,8
			Серія 3	74,9	77,1	81,1	82,3	87,6	80,6	76,3	77,1	80,4	77,3	80,5	79,3	80,5	80,8	79,6

Таблиця 2.8 – Рівень шуму, що створюється потоком автотранспорту на досліджуваному перехресті (15.00-16.00)

			n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
15.00-16.00	Фільтр А	Рівень шуму на перехресті, дБ	Серія 1	75	79,9	80,1	80,9	78,4	80,6	79,8	72,9	78,3	79,2	72,4	73,7	68,6	79	82,7
			Серія 2	80,7	75	77,5	76,2	74,8	76,2	84	87,4	78,9	73,1	72,8	75,1	78,7	75,2	75,5
			Серія 3	73,9	77,6	76,7	73,6	69,8	70,2	68	74,9	73,7	81,5	74	74,9	73,2	81,1	78,4
		Відбитий рівень шуму від будівлі, дБ	Серія 1	74	76,6	74,3	71,2	71,9	71	72,1	75,3	73,8	75,6	73,8	75,6	73,8	72,5	75,7
			Серія 2	69,8	72,5	73,7	74,2	67,5	65,9	70,8	66,5	69,8	73,5	64,2	68,8	72,5	73,5	75,5
			Серія 3	69,1	71,2	71,4	64,8	70,7	73,3	69,7	68,7	71,8	69,5	70,7	71,4	75,8	68,5	71,8
	Фільтр С	Рівень шуму на перехресті, дБ	Серія 1	79,6	82,5	79,9	85,7	79,3	81,6	90,8	91,9	80	80,5	80	79,9	81,6	78,2	85
			Серія 2	79,2	83,5	74,4	76,4	84	86,8	82,1	81	89,1	92,2	80,7	80,9	85,5	84,1	83,4
			Серія 3	78,4	79,3	76,8	77,2	80,9	75,8	80,9	82,3	82,4	91,4	94,8	91,3	80,7	82	92,1
		Відбитий рівень шуму від будівлі, дБ	Серія 1	81,1	87,1	78,7	76,3	83,7	83,6	84,5	85,9	96,3	79,4	81	75,3	74,7	82,8	82,4
			Серія 2	80,2	84,2	81,8	77	77,6	75,8	80	88	80,5	78,3	85,1	80,7	76,6	78,6	79,6
			Серія 3	81,7	83,3	80,9	83,3	77,6	78,4	77,2	73,8	74,6	79,2	82	70,3	76,9	75,4	77,7
			n	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
15.00-16.00	Фільтр А	Рівень шуму на перехресті, дБ	Серія 1	79,3	75,4	77,5	74,7	73	79,1	77,9	74	77	80,6	76,5	75,8	76,6	79	73,7
			Серія 2	73,1	76,4	72,9	74,8	76,7	73,5	80,5	70,9	73,2	75,3	80,3	84,6	76,2	73,4	71,1
			Серія 3	80,1	82,6	84,5	80,3	77,6	72	69,7	73,2	72,9	74,9	80,4	80,9	81,2	74,9	76
		Відбитий рівень шуму від будівлі, дБ	Серія 1	71,4	71,1	70,6	68,1	68,7	67,7	73,1	67,9	76,8	66,4	73,6	75,6	77,4	72,4	77
			Серія 2	71,4	72,4	68,9	69,8	67,6	76	73,7	73,2	69,5	77	77,1	72	71,7	70	72,3
			Серія 3	72,7	66,7	69,1	71,3	70,1	69,5	70,1	72,4	72	68,5	71,6	65,8	75,8	70,1	73,1
	Фільтр С	Рівень шуму на перехресті, дБ	Серія 1	81,7	87,5	80,3	82,7	81,1	83	81,5	80,5	88,4	81,7	84,3	82,6	82,3	84,5	85,1
			Серія 2	81,6	80,5	80,7	88,8	97,6	80,4	80,5	83,3	84,2	87,4	85,5	87,5	94,4	82,8	92,8
			Серія 3	86	83,6	76,5	79	77,5	81,1	80,7	88,4	81,5	85,1	82,1	80	86,1	81,4	87,9
		Відбитий рівень шуму від будівлі, дБ	Серія 1	81,6	80,3	76,9	79,2	82,8	77,4	78,4	78,2	82,7	78,5	80	81,8	77,3	77,8	81,6
			Серія 2	79,5	80	83,9	79,3	94,4	81,7	89,5	81,5	86,8	84,9	79,6	81,4	90,4	80,8	81,7
			Серія 3	75,9	81,7	77,4	84	77,8	82,4	82,7	77,5	78,3	80,7	74,5	78,7	80,7	84	83,6

Згідно табл. 2.7 в ранковий час (8.00-9.00) еквівалентний рівень звуку, при використанні фільтру А, на перехресті найвищої позначки сягнув 89 дБА, відбитий рівень шуму – 81,5 дБА. В той же час встановлено, що при використанні фільтру С (для оцінки пікових рівнів шуму) максимальний рівень звуку на перехресті, що було зафіксовано становить 98,8 дБ, а відбитий рівень шуму від будівель становить 87,8 дБ.

Згідно табл. 2.8 в післяобідню годину (15.00-16.00) еквівалентний рівень звуку на перехресті максимально становив 87,4 дБА, відбитий рівень шуму – 77,4 дБА. При використанні фільтру С максимальний рівень звуку на перехресті, що було зафіксовано становить 97,6 дБ, а відбитий рівень шуму від будівель становить 96,3 дБ.

Отже, протягом усього робочого часу акустичне забруднення міського середовища перевищує допустимі норми і це викликає суттєве занепокоєння. Рівень шуму потрібно знижувати, адже шум є шкідливим не тільки для здоров'я людини, а і для інших представників флори і фауни, що є мешканцями міста.

У центральних районах міста важко боротися з акустичним забрудненням, оскільки через щільну забудову унеможлиблюється встановлення шумозахисних екранів.

Тому для ефективного вирішення цієї проблеми слід зобов'язати власників автотранспорту з метою зменшення загального шуму, який створюється двигуном, використовувати шумопоглинальне покриття поверхонь корпусних деталей двигуна, встановлювати двигун у шумопоглинальні камери, зменшити рівень аеродинамічного шуму під час впуску повітря і випуску відпрацьованих газів, застосовуючи глушники [40], проходити своєчасний техогляд і т.д.

Також дуже перспективним є застосування вертикального озеленення будинків, що виходять на міську вулицю; протягом усього вегетаційного періоду «зелені фасади» здатні поглинати шум та поліпшувати мікроклімат всередині приміщень [36].

## 2.5 Статистичний аналіз отриманих даних

Мета статистичної обробки результатів аналізу – знаходження довірчого інтервалу і обчислення точності аналізу, так як в сучасній аналітичній практиці потрібно виразити результати кількісних визначень у вигляді кордонів довірчого інтервалу або числа з зазначенням стандартного відхилення.

Розрахунки починають з обчислення середнього значення (табл. 2.7 і 2.8):

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (2.11)$$

Потім визначають середньоквадратичні помилки  $S^2$  (дисперсія) і  $Sx_{cp}$  (стандартне відхилення середнього результату) за формулами (2.5) і (2.7).

Далі обчислюють довірчий інтервал за формулою:

$$\varepsilon_P = t_{k,P} \cdot Sx_{cp}. \quad (2.12)$$

Коефіцієнт Стьюдента-Фішера в даному випадку дорівнює 1,987 (за табл. 2.9), так як значення заданої довірчої ймовірності  $P = 0,95$  і  $k = n - 1 = 90 - 1 = 89$ .

Таким чином, довірчий інтервал становить  $\pm 1,987$  дБ, тобто шукане значення середнього рівня акустичного забруднення міста з імовірністю 95% знаходиться в інтервалі  $\pm 1,987$  дБ від основного середнього арифметичного значення.

Точність аналізу обчислюють за формулою (2.11).

Дані розрахунків наведені в табл. 2.10.

Таким чином, (згідно табл. 2.10) шукані значення акустичного забруднення міського середовища з імовірністю 95% знаходиться в інтервалі  $\pm 1,987$  дБ від основного середнього значення при цьому точність аналізу становить 0,80-1,15%.

Таблиця 2.9 – Коефіцієнт Стьюдента-Фішера при різних значеннях заданої довірчої ймовірності  $P$ 

Число ступенів свободи $k$	$P$			Число ступенів свободи $k$	$P$		
	0,95	0,99	0,999		0,95	0,99	0,999
1	12,71	63,66	64,60	18	2,10	2,88	3,92
2	4,30	9,92	31,60	19	2,09	2,86	3,88
3	3,18	5,84	12,92	20	2,09	2,85	3,85
4	2,78	4,60	8,61	21	2,08	2,83	3,82
5	2,57	4,03	6,87	22	2,07	2,82	3,79
6	2,45	3,71	5,96	23	2,07	2,81	3,77
7	2,37	3,50	5,41	24	2,06	2,80	3,75
8	2,31	3,36	5,04	25	2,06	2,79	3,73
9	2,26	3,25	4,78	26	2,06	2,78	3,71
10	2,23	3,17	4,59	27	2,05	2,77	3,69
11	2,20	3,11	4,44	28	2,05	2,76	3,67
12	2,18	3,05	4,32	29	2,05	2,75	3,66
13	2,16	3,01	4,22	30	2,04	2,70	3,65
14	2,14	2,98	4,14	40	2,02	2,66	3,55
15	2,13	2,95	4,07	60	2,00	2,66	3,46
16	2,12	2,92	4,02	120	1,98	2,62	3,37
17	2,11	2,90	3,97	$\infty$	1,96	2,58	3,29

Таблиця 2.10 – Результати розрахунків точності проведеного дослідження з визначення рівня акустичного забруднення міського середовища на перехресті

Найменування	08.00-09.00				15.00-16.00			
	Фільтр А		Фільтр С		Фільтр А		Фільтр С	
	Рівень шуму на перехресті, дБ	Відбитий рівень шуму від будівлі, дБ	Рівень шуму на перехресті, дБ	Відбитий рівень шуму від будівлі, дБ	Рівень шуму на перехресті, дБ	Відбитий рівень шуму від будівлі, дБ	Рівень шуму на перехресті, дБ	Відбитий рівень шуму від будівлі, дБ
Середнє арифметичне значення	78,43	73,0	83,56	80,12	76,54	71,59	83,31	80,65
Дисперсія S <sup>2</sup>	18,43	14,41	18,33	9,28	14,55	9,17	21,16	17,31
Стандартне відхилення середнього результату S <sub>xcp</sub>	0,45	0,40	0,45	0,32	0,40	0,32	0,48	0,44
Точність аналізу Δ	1,15	1,09	1,07	0,80	1,04	0,89	1,16	1,08
Середнє арифметичне значення ± 1,987, дБ	80,42-76,44	74,97-70,99	85,55-81,57	82,11-78,13	78,53-74,55	73,58-69,6	85,3-81,32	82,64-78,66

## 2.6 Результати оцінки ступеня забрудненості атмосферного повітря оксидом вуглецю СО на перехресті вулиці м. Дніпро

До складу вихлопних газів автомобілів входить близько 200 хімічних сполук, серед яких СО (оксид вуглецю), NO (оксид азоту), SO<sub>2</sub> (двоокис сірки), СхНу (вуглеводні), RCHO (альдегіди), С (сажа) та ін. [41].

Досліджено добову динаміку концентрації СО на типовому міському перехресті (перетин вул. О.Гончара та вул. Шевченка) з багатоповерховими будівлями по обидва боки від дороги. Такий тип міської забудови формує своєрідний високий «тунель», який заважає розсіюванню шкідливих речовин, що виділяються з вихлопними газами автомобілів. На даному перехресті

проходить 9 маршрутів міського громадського транспорту (автобусні маршрути) [37], перехрестя саморегулююче, світлофорів немає.

Для розрахунку концентрації CO у повітрі попередньо було досліджено динаміку інтенсивності руху автотранспорту на даному перехресті протягом доби. Результати дослідження наведені на рис. 2.3. Було підраховано, що за добу це перехрестя перетинає 12709 автомобілів (табл. 2.11) – середня інтенсивність руху автотранспорту. Результати розрахунків наведені в табл. 2.12. Концентрація CO на перехресті була розрахована за загально прийнятою методикою [31] з урахуванням метеорологічних даних (рис. 2.5) на 24 жовтня 2017 року.



Рисунок 2.5 – Метеорологічні дані м. Дніпро





Таблиця 2.12 – Результати розрахунків концентрації оксиду вуглецю протягом доби

Час		0.00-1.00	01.00-02.00	02.00-03.00	03.00-04.00	04.00-05.00	05.00-06.00	06.00-07.00	07.00-08.00	08.00-09.00	09.00-10.00	10.00-11.00	11.00-12.00	12.00-13.00	13.00-14.00	14.00-15.00	15.00-16.00	16.00-17.00	17.00-18.00	18.00-19.00	19.00-20.00	20.00-21.00	21.00-22.00	22.00-23.00	23.00-24.00
К <sub>Т</sub>	Легковий	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Легкий вантажний	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
	Середній вантажний	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
	Важкий вантажний (дизельний)	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	Мотоцикл	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	Автобус	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
К <sub>Т</sub> середнє		1,22	1,25	1,22	1,21	1,25	1,20	1,22	1,16	1,24	1,25	1,24	1,22	1,19	1,24	1,19	1,26	1,30	1,19	1,16	1,17	1,12	1,22	1,22	1,22
Фонове забруднення атмосферно повітря оксидом вуглецю, А, мг/м <sup>3</sup>		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
К <sub>А</sub>		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
К <sub>У</sub>		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
К <sub>С</sub>		1,05	1,05	1,05	1,5	1,5	1,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,05					
К <sub>В</sub>		1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,24	1,24	1,24	1,17	1,17	1,17	1,03	1,03	1,03	0,84	0,84	0,84	0,90	0,90	0,90	0,93		
К <sub>П</sub>		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Концентрація оксиду вуглецю CO, мг/м <sup>3</sup>		6,93	6,97	6,93	12,20	17,15	36,84	27,96	29,37	32,09	26,84	24,83	26,98	21,42	22,65	23,09	17,45	19,63	19,29	21,87	18,31	15,30	9,06	7,23	5,41

Формула для розрахунку, запропонована В. Ф. Сидоренком и Ю. Г. Фельдманом:

$$C_{co} = (A + 0,01 \cdot N \cdot K_T) \cdot K_A \cdot K_Y \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_{II}, \text{ мг/м}^3; \quad (2.1)$$

де  $A=2$  мг/м<sup>3</sup> [5];

$K_A=1$  для магістральних вулиць і доріг з багатоповерховою забудовою з обох боків;

$K_Y=1$  для ухилу дороги, що становить 0 градусів;

$K_{II}=2$  для саморегулюючого перехрестя;

$K_C, K_B$  – були виведені згідно метеорологічних даних рис. 2.5 у табл. 2.12;

$K_T, N$  – остаточні виведені дані наведені в табл. 2.12.

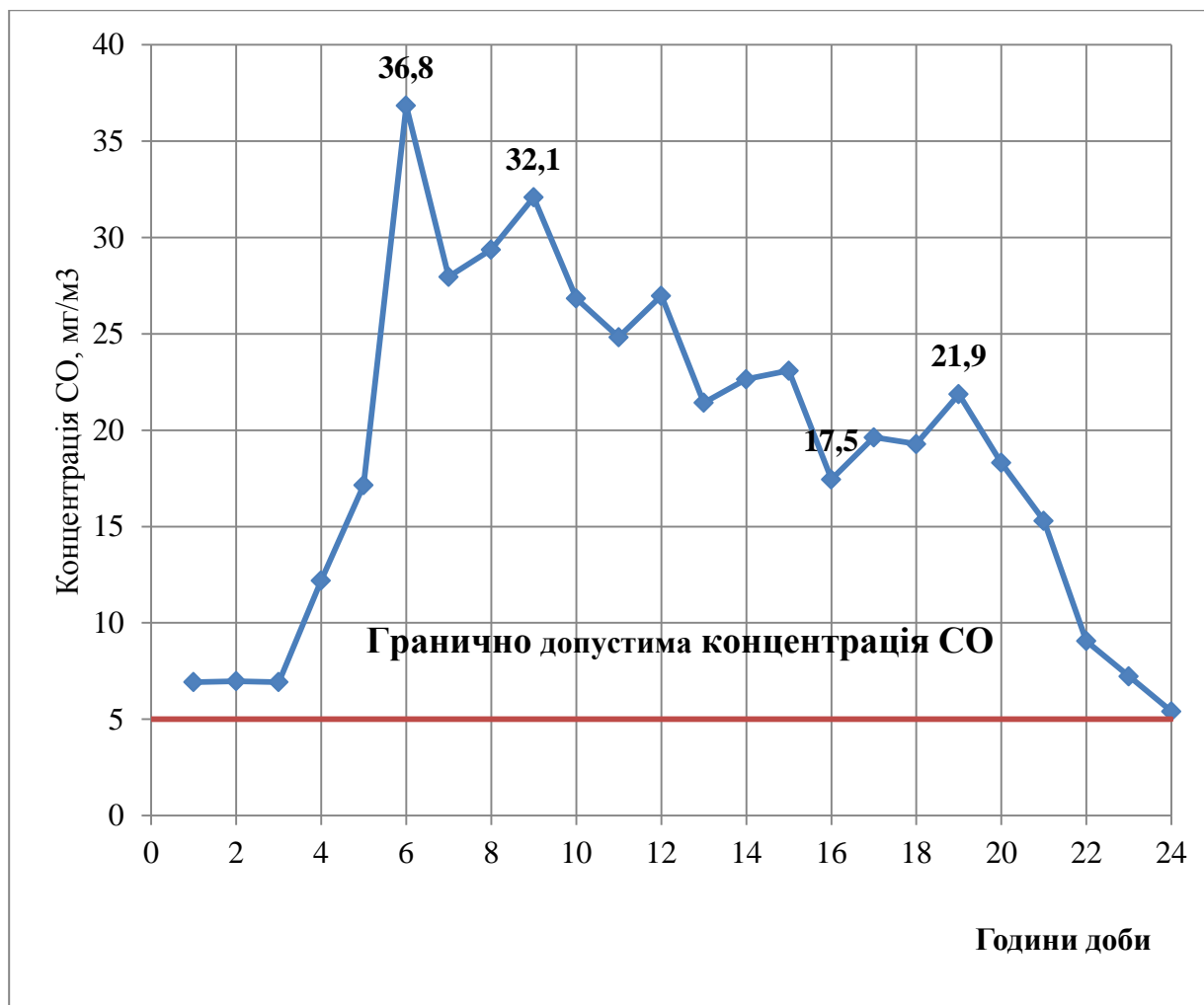
$$K_T = \sum_{i=1}^n P^i \cdot K_T^i; \quad (2.2)$$

де  $P^i$  – склад руху в долях одиниць (табл. 2.11);

$K_T^i$  – коефіцієнт токсичності для різних видів автомобілів (табл. 2.1).

Результати розрахунків наведені в табл. 2.12 та у вигляді графіку на рис. 2.6. Гранично допустима концентрацію у повітрі населених місць становить 5 мг/м<sup>3</sup> [42].

Концентрація СО в робочий день може перевищувати ГДК у 3-7 разів при середній інтенсивності руху автотранспорту та підвищеній концентрації вологості повітря. Концентрація оксиду вуглецю з 08.00-09.00 (час проведення досліджень з визначення рівня акустичного забруднення) і становить 32,09 мг/м<sup>3</sup>, а максимальне перевищення концентрації спостерігається з 05.00-06.00 – 36,84 мг/м<sup>3</sup>. Також на графіку виділяється ще одне пікове значення в другій половині дня з 18.00-19.00 – 21,87 мг/м<sup>3</sup>, інтенсивність автотранспорту приблизно дорівнює інтенсивності автотранспорту з 08.00-09.00, але метеорологічні умови інші. А з 15.00-16.00 (час проведення дослідження) концентрація оксиду вуглецю становить 17,45 мг/м<sup>3</sup>.



*Рисунок 2.6 – Добова динаміка концентрації СО на перехресті вул. О.Гончара та Шевченка*

В нічний час, при низькій інтенсивності руху автотранспорту загалом концентрація СО знаходиться на межі ГДК з 23.00-24.00 становить  $5,41 \text{ мг/м}^3$ , на графіку добре помітно, як при високій ранковій вологості повітря та у залежності від інтенсивності руху автотранспорту концентрація СО змінюється.

Для зменшення вмісту СО при роботі автомобілів слід застосовувати більш екологічне біопаливо (етанол, метанол, біодизель), робити своєчасний техогляд та транспортних засобів та відповідне регулювання двигунів, оснастити автомобіль апаратами для зменшення токсичності відпрацьованих газів (каталітичні конвертери, сажові фільтри), ввести пільги на податки для власників електромобілів, прийняти та дотримуватися стандарту «Євро-6» [43],

збільшити кількість зелених насаджень у місті, особливо поблизу перехресть з інтенсивним рухом транспорту [38].

Чадний газ (оксид вуглецю) У рослинах перетворюється на вуглекислий газ і використовується в процесі фотосинтезу, тому на світлі поглинання вище, ніж в темряві. Найбільш активно поглинають чадний газ клени, бирючина, вільха, осика, ялина колюча і ін. Однорядна посадка клена ясенелистного (шир. 4 м) знижує рівень забруднення повітря чадним газом на 7-10 %, а при п'ятирядній посадці (30 м) – на 60-70 % [45]. Але в умовах щільної міської забудови насадження декількох рядів дерев не завжди можливо, тому слід звернути увагу на нетрадиційні види озеленення, зокрема вертикальне озеленення фасадів будинків.

Оксид вуглецю – це безбарвний, без запаху газ, що утворюється за неповним згорянням палива. Автомобілі утворюють 95 % цього газу у містах. Ще одним джерелом CO є пожежі. Цей газ проникає через легені до кровоносних судин, де зв'язується з гемоглобіном, який постачає кисень клітинам. Отже, оксид вуглецю зменшує кількість кисню, який досягає органів та тканин. Особливо чутливі до CO люди, які страждають від серцевих та респіраторних захворювань (наприклад, ангіни). Високі концентрації CO призводять до порушення зору [46].

В табл. 2.13 вказано перевищення максимально допустимого рівня звуку на території, яка безпосередньо прилягають до житлових будинків.

Таблиця 2.13 – Перевищення допустимого рівня шуму на перехресті вул. О.Гончара та вул. Шевченка

Час	08.00-09.00	15.00-16.00	Перевищення допустимого рівня шуму, %	
			08.00-09.00	15.00-16.00
Рівень шуму на перехресті, дБА	78,43	76,54	12,04	9,34
Відбитий рівень шуму на перехресті, дБА	72,98	71,59	4,25	2,27

Встановлено, що у годину «пік» безпосередній рівень шуму від автотранспорту становить у середньому 78,4 дБА, що перевищує допустимий рівень на 8,4 дБА, тобто на 12 %, а з 15.00 до 16.00, коли інтенсивність руху автотранспорту протягом робочого часу найменша, рівень шуму перевищує норму на 6,5 дБА, тобто на 9%.

Також проведені дослідження дозволили встановити, що рівень шуму, відбитого від поверхні будівель та споруд у години «пік», становить 73,0 дБА, а у години найменшої інтенсивності руху автотранспорту (у робочий час) становить 71,6 дБА, тобто поверхні будівель та споруд поглинають лише близько 7 % звукових хвиль з 08.00-09.00, і 6,5 % з 15.00-16.00 що вочевидь недостатньо для досягнення нормативних значень.

З 08.00-09.00 відбитий рівень шуму від будівель поблизу перехрестя вул. О. Гончара та Шевченко перевищує норму (70 дБА) на 4,3 %. З 15.00-16.00 спостерігається в середньому перевищення від норми на 2,3 %.

Згідно літературних джерел шум діє на психіку, пригнічуючи її, сприяє значній витраті нервової енергії. Останні дослідження вчених показали, що шум міста негативно впливає на розумовий розвиток дітей, що в майбутньому неодмінно відбивається на їхній успішності в школі.

Шум у великих містах скорочує тривалість життя людини. За даними австрійських дослідників, це скорочення життя коливається в межах 8-12 років. Надмірний шум може стати причиною нервового виснаження, психічної пригніченості, вегетативного неврозу, виразкової хвороби, розладу ендокринної і серцево-судинної систем. Шум заважає людям працювати і відпочивати, знижує продуктивність праці.

Шум шкідливий не лише для людини. Встановлено, що рослини під впливом шуму повільніше ростуть, у них спостерігається надмірне (навіть повне, що призводить до загибелі) виділення вологи через листя, можливі порушення роботи клітин. Гинуть листя і квіти рослин, що розміщені біля гучномовця. Аналогічно діє шум на тварин. Від шуму реактивного літака гинуть личинки бджіл, самі вони втрачають здатність орієнтуватися, в

пташиних гніздах дає тріщини шкаралупа яєць. Від шуму знижуються надої, приріст ваги свиней, несучість курей. Хворобливо переносять шум риби, особливо у період нересту.

Отож акустичне забруднення впливає на всі живі організми і цей факт не слід залишати без уваги, а потрібно приймати міри по зниженню його дії.

Концентрація СО на перехресті в години пік перевищує допустиму концентрацію з 08.00-09.00 год в 6,4 рази при нормі 5 мг/м<sup>3</sup>, а з 15.00-16.00 у 3,5 рази при тій же нормі. Аналізуючи отримані дані, можна зробити висновок, що автотранспорт являється джерелом як акустичного забруднення, так і джерелом забруднення атмосфери оксидом вуглецю на вулицях міста. При неможливості встановлення шумозахисних екранів, слід звернути увагу на потенціал рослин.

Висновки за розділом:

1. Дослідили добову динаміку інтенсивності руху автотранспорту на типовому перехресті м. Дніпро (перехрестя вул. О.Гончара та Шевченка) і встановили, що загальна кількість автомобілів за добу становить 12709 згідно ГОСТ – 17.2.2.03-87 це відповідає середній інтенсивності руху автотранспорту.

2. Дослідили рівень акустичного забруднення на досліджуваному перехресті у залежності від інтенсивності руху автотранспорту: у години «пік» середній рівень шуму склав 78,4 дБА, що перевищує допустимий рівень (70 дБА) на 8,4 дБА, тобто на 12 %, та у години найменшої інтенсивності руху транспорту протягом робочого часу спостерігався середній рівень шуму 76,5 дБА, що перевищує норму на 6,5 дБА, тобто на 9 %.

При вимірюванні рівня акустичного забруднення на фільтрі С встановили, що середній рівень на перехресті становить у годину «пік» 83,6 дБ, а з 15.00 до 16.00, коли інтенсивність руху автотранспорту протягом робочого часу найменша середній рівень шуму становить 83,3 дБ.

4. Встановили рівень шуму від автотранспорту, що відбивається поверхнею будівель та споруд на досліджуваному перехресті у години «пік», становить 73,0 дБА, а у години найменшої інтенсивності руху автотранспорту

(у робочий час) становить 71,6 дБА, тобто поверхні будівель та споруд поглинають близько 7 % звукових хвиль (08.00-09.00), та лише 6,4 % (15.00-16.00) що вочевидь недостатньо для досягнення нормативних значень.

Встановили, що рівень шуму, відбитого від поверхні будівель та споруд у години «пік», при роботі на фільтрі С становить 80,1 дБ, а у години найменшої інтенсивності руху автотранспорту (у робочий час) становить 80,7 дБ, тобто поверхні будівель та споруд поглинають близько 4,2 % (08.00-09.00) та у другій половині дня (15.00-16.00) лише 3,1 % звукових хвиль.

5. Оцінили рівень забруднення атмосферного повітря оксидом вуглецю у залежності від інтенсивності руху автотранспорту та метеорологічних умов. Концентрація оксиду вуглецю з 08.00-09.00 при інтенсивності руху автотранспорту 882 автомобілі на годину становить  $32,09 \text{ мг/м}^3$ , а максимальне перевищення концентрації спостерігається з 05.00-06.00 –  $36,84 \text{ мг/м}^3$  при інтенсивності руху 648 автомобілів на годину. Хоча інтенсивність руху автотранспорту з 05.00-06.00 менша ніж з 08.00-09.00, проте метеорологічні умови змінюються, а разом з тим змінюється і концентрація оксиду вуглецю.

Також виділили ще одне пікове значення в другій половині дня з 18.00-19.00 –  $21,87 \text{ мг/м}^3$ , інтенсивність автотранспорту приблизно дорівнює інтенсивності автотранспорту з 08.00-09.00, але метеорологічні умови інші. А з 15.00-16.00 концентрація оксиду вуглецю становить  $17,45 \text{ мг/м}^3$  при низькій інтенсивності руху автотранспорту протягом робочого дня – 666 автомобілів на годину. В нічний час, при низькій інтенсивності руху автотранспорту загалом, концентрація СО знаходиться на межі ГДК з 23.00-24.00 і становить  $5,41 \text{ мг/м}^3$  інтенсивність руху автотранспорту в цей час складає 64 автомобілі на годину.



## 3 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 3.1 Історія вертикального озеленення: від Стародавнього Єгипту до наших днів

Перші згадки про вертикальне озеленення датуються третім тисячоліттям до нашої ери. Єгипетські сади з їх чітко розпланованою композицією і урахуванням законів симетрії славилися своєю красою. Рослини висаджувалися на подвір'ях будинків, виноградні лози і тропічні ліани обмотували вертикальні конструкції: перголи, гратчасті огорожі, альтанки.

Етапи розвитку вертикального озеленення.

- Початок нашої ери. З кінця I в. до н. е. і до початку I в. н. е. обвиті плющем і лозою альтанки були дуже популярні. Велика кількість садів в Греції і Римі пояснювалося високою розвиненістю цивілізації. Історики описують гай, більше схожу на величезний зимовий сад. По всьому периметру вона була обнесена гратчастою стіною, по якій спадали різноманітні рослини. Вони створювали суцільний зелений килим, підтримуючи всередині саду приємну прохолоду і сутінок.

- Середньовіччя. Садам відводиться вже набагато менше місця, вони огорожуються масивними стінами з каменю. Щоб візуально збільшити площу саду і приховати похмуру сірість стін, уздовж них висаджували в'юнкі рослини, які в міру зростання приховували камінь.

- Епоха Відродження. Романтичні алеї і переходи з однієї частини парку в іншу шикувалися з безлічі арок, покритих рослинами так, що в результаті утворювався зелений коридор.

- Барокко і класицизм. У XVI-XVIII століттях широкого поширення набули садові трельяжі – гратчасті стіни, які або служили опорою для витких рослин, або підставою для розміщення квітів у горщиках. Озеленення використовувалося для оформлення скульптур і ніш, альтанок і пергол, огорож і зовнішніх стін будівель.

- XX століття. У 30-х роках минулого століття вперше з'явилося таке вертикальне озеленення, яким ми його знаємо зараз. Автор винаходу – Стенлі Харт Уайт (США) [46].

Під нетрадиційними видами озеленення розуміється вертикальне озеленення, дахове озеленення, контейнерне озеленення.

Вертикальне озеленення розвивалося паралельно з традиційним, але в нашій країні воно не отримало широкого поширення саме в міському озелененні, головним чином, через убогості нормативно-правової бази. Ідея створення садів на дахах не нова. У Західній Європі, як функціонально економічна і соціально-естетична, проблема озеленення дахів і зведення садів на дахах-терасах вирішується з XVII століття. У XVIII столітті знаменитий будівельник Карл Рабітц (автор відомої конструкції «сітка Рабітца») в Берліні спорудив дах-сад в своєму будинку. Про це спорудження багато писала преса того часу. У XX столітті Ле Корбюзьє зробив експлуатовані дахи-тераси програмним аспектом сучасної архітектури. В основоположних працях з теорії містобудування він писав: «Хіба це, воістину, який суперечить логіці, якщо площа, що дорівнює цілому місту, не використовується, і дахах залишається лише розмовляти з зірками». Контейнерне озеленення з посадками дерев і чагарників до справжнього часу в нашій країні практично не використовувалося. Серед причин – недосконалість нормативної бази, відсутність технологічних рішень, убогість асортименту. Широке поширення отримали лише контейнери з однорічними культурами [47].

Винахід першої зеленої стіни в сучасному світі сходить до 1938 року, коли професор Стенлі Харт Уайт з Університету штату Іллінойс запатентував перший вертикальний сад. Його патент описував новий метод «для отримання архітектурної структури будь-якого розміру, форми і висоти, чия видима або відкрита поверхня може представляти постійно зростаюче покриття з рослинності». Вчений описує та ілюструє нову технологію і мистецтво садового дизайну. В даний час головним ідеологом ідеї блочного вертикального озеленення вважається французький дизайнер-натураліст Патрік Бланк. Свою

першу публічну композицію із застосуванням авторської технології вертикального озеленення він створив в 1994 році на паризькому фестивалі ландшафтного дизайну. Правда, методи вирощування рослин на стіні з контейнерів з різним субстратом описані в 1965, а спосіб контейнерного вертикального озеленення був запатентований Стенлі Харт Уайтом (Stanley Hart White) в 30-х роках минулого століття [48].

### **3.2 Переваги нетрадиційних видів озеленення міста**

Мегаполіс має свої не завжди позитивні особливості. Переважання штучних матеріалів (залізобетону, скла, металу), інтенсивні транспортні потоки, зменшення частки зелених територій та погіршення їх якісних характеристик привели до негативних змін середовища життєдіяльності городян. Погіршилися екологічні характеристики середовища, змінився в гірший бік ландшафтний вигляд міста. Дефіцит придатних для посадки рослин територій, особливо в центральній частині міста, призводить до необхідності пошуку нових способів і технологій озеленення.

Використання елементів вертикального, контейнерного і дахового озеленення може служити вагомим внеском у створення комфортних умов проживання городян. Вертикальне озеленення знижує запиленість і вплив шумового впливу, покращує мікроклімат приміщень, але головне – дозволяє урізноманітнити й оживити міський ландшафт. Вертикальне озеленення – один з найбільш раціональних видів міських зелених насаджень, при площі живлення в 2-3 рази меншій, ніж потрібно для дерев і чагарників, ліани часто дають площу зеленої маси в кілька разів більшу, ніж деревна і чагарникова рослинність.

Вертикальне озеленення значною мірою охороняє зовнішні поверхні будівель від несприятливого впливу погодних і атмосферних чинників, ніж сприяє збереженню міцності будівель. Головним завданням вертикального озеленення слід вважати поряд з естетичною, середовищопокращуючою і

середовищозахисною функцією, що виконуються ліанами в комплексі задач ландшафтної архітектури: шумо- і пилозахисної, іонізація і збагачення повітря фітоцидами, поліпшення мікрокліматичних умов, захисно-меліоративні і архітектурно-планувальні. Рослини, що в'ються знижують в приміщенні рівень вуличного шуму на величину до 15 дБ. Особливу увагу слід звернути на пилозахисні властивості ліан, використовуваних у вертикальному озелененні. Пилозатримуюча здатність їх полягає в механічному затримуванні пилу і газів і подальшому змиванні дощем. Ці рослини замикають ряд природних бар'єрів на шляху проникнення пилу, диму і газу в приміщення, так як максимально наближені до місця проживання людини. Знаючи пилозахисні властивості ліан, можна відповідним їх розміщенням домогтися найбільшого пилозахисного ефекту.

Ліани володіють великою величиною альbedo, тому озеленення на вертикальних поверхнях покращує мікрокліматичні умови, регулюють тепловий режим будівель і споруд, зменшують нагрівання стін і інтенсивність випромінювання теплової енергії. Доступ тепла до стін скорочується в 10-15 разів, можна значно зменшити різницю в нагріванні стін різної орієнтації, стіни які покриті ліанами, менш нагріті на 2-3 °С, інтенсивність теплового випромінювання стіни зменшується на відстані 1 м на 68 % для жимолості, 41 % для дівочого винограду п'ятилистяного.

Не менш перспективним, але поки слабо використовуваним видом озеленення є дахове озеленення. Використання дахів під створення островів живої природи не тільки сприяє поліпшенню екологічної обстановки, але відкриває нові перспективи використання цих територій. Пристрій зелених дахів дозволяє зменшити тепловтрати в зимовий опалювальний період, збільшити міжремонтний термін експлуатації покрівель, знизити забруднення повітряного середовища.

Плоскі експлуатовані дахи набули неабиякої популярності у всьому світі. Актуально і вигідно використовувати вільні площі дахів в умовах великого міста, де вартість землі надзвичайно висока. Експлуатовані дахи

застосовуються для організації пішохідних зон, літніх кафе, автостоянок, соляріїв, садів, інтенсивного озеленення даху. Причому, створення садів на дахах-терасах, дозволяє створити багаторівневе озеленення, компенсуючи дефіцит озелених територій в рівні землі, що служить важливим компонентом для формування комфортного міського середовища проживання.

Головним завданням контейнерного озеленення є насичення зеленню тих міських просторів, де традиційна посадка рослин в ґрунт неможлива. Контейнери володіють мобільністю, тому такі рослинні композиції можуть бути швидко монтовані, демонтовані або переміщені в залежності від потреби міських служб.

Таким чином, головне завдання використання нетрадиційних видів озеленення полягає як у підвищенні візуальної привабливості території, так і в підвищенні якості навколишнього середовища на тих територіях, де традиційне озеленення неможливе [47].

### **3.3 Екологічний ефект від впровадження нетрадиційного озеленення**

Екологічний ефект буде полягати в збільшенні відсотка озелених територій за рахунок залучення в проектування тих поверхонь, які раніше вважалися непридатними для озеленення або не використовувалися для створення об'єктів озеленення (даху, фасади примігстральної території).

Збільшення відсотка озелених територій і залучення в проектування раніше невикористаних для озеленення поверхонь спричинить поліпшення мікроклімату (зниження температури і збільшення вологості повітря в літні місяці). Температура над зеленими дахами, в порівнянні з бетонними дахами, нижче на величину до 5 градусів, а амплітуди перепадів денних і нічних зводяться до мінімуму. Зелені дахи зменшують проникнення шуму всередину будівлі на 40 децибел при товщині даху в 120 мм, в той час як шар 200 мм зменшує шум на 46 децибел, ґрунтовий субстрат гасить низькочастотні шуми, а рослини – звуки на високих частотах.

Типовий зелений дах затримує в середньому 75 % дощової вологи, а решта 25 % надходить в каналізацію із затримкою в кілька годин, знижуючи навантаження в період сильних злив. Крім того, дощова вода, проходячи крізь зелені дахи з шаром рослин і ґрунтовим субстратом, втрачає частину забруднюючих речовин. Зелені покрівлі здатні затримувати більш ніж 90 % кадмію, свинцю і міді і 16 % цинку.

Вертикальне озеленення фасадів може знижувати їх температуру на величину до 35%. Присутність ліан у вертикальному озелененні міських територій з висотної забудовою буде сприятливо впливати на мікроклімат, наближаючи малокомфортні умови на 10-30 % до зони гігієнічного комфорту.

Рослини, що в'ються, декоруючи вікна, двері, балкони, веранди, знижують в приміщенні рівень шуму.

Так, листя поглинають до 20 % енергії падаючих на них звукових хвиль, а відображають і розсіюють до 74 % [47]. Так після озеленення фасадів (дані наведені в табл.3.1) очікується зниження відбитого рівня шуму на придорожній території.

Таблиця 3.1 – Очікуваний рівень зниження акустичного забруднення після впровадження вертикального озеленення на фасаді 7 корпусу НГУ

Характеристика вимірюємого шуму	Фільтр частот	Час	Середній рівень шуму, дБ	Очікуваний рівень шуму після впровадження вертикального озеленення, дБ
Відбитий рівень шуму від будівлі	Фільтр А	08.00-09.00	72,98	58,38
		15.00-16.00	71,59	57,27
	Фільтр С	08.00-09.00	80,12	64,1
		15.00-16.00	80,65	64,52

Контейнерне озеленення примагістральної територій, в порівнянні аналогічними неозеленими ділянками, буде сприяти зниженню температури повітря в літній період на величину до 5 °С [47], а ліани на будівлі зменшують ступінь нагріву стін. Температура в приміщенні знижується на 2-4 °С [49].

Об'єкти нетрадиційних видів озеленення, поряд з об'єктами традиційних видів озеленення в майбутньому дозволять істотно знизити запиленість і загазованість повітря (особливо, це актуально для примагістральної території), так як 1 квадратний метр листової поверхні здатний утримувати, в середньому, від 1 до 8 г пилу.

Важливим аспектом є можливість, за допомогою проектування об'єктів нетрадиційних видів озеленення, виправляти невдалі архітектурні та планувальні рішення, урізноманітнити ландшафт і прикрасити непримітні фасади. Відповідно, підвищиться привабливість міського середовища для жителів і гостей міста [47].

Аналізуючи досвід провідних компаній, можна стверджувати, що вертикальне озеленення – один із найефектніших, доступних і виразних засобів декорування будинків та споруд. У садово-паркових композиціях за допомогою трельажів і пергол виткі рослини (ліани) виступають у вигляді різноманітних арок, навісів, стін і коридорів. Популярність вертикального озеленення пояснюється тим, що виткі рослини здатні швидко створювати зелену масу та давати густу тінь, квітучі ампельні рослини створюють яскравий колористичний ефект. Вкриваючи листям стіни будівель, рослини охороняють їх від перегріву; всмоктуючи вологу з ґрунту, вони знижують сирість фундаменту біля будинку. Також ліани можуть прикривати оголені огорожі, маскувати негарні споруди, обвивати арки, альтанки та стовпи. При озелененні виткими рослинами садово-паркових споруд, слід брати до уваги ступінь їхньої декоративності, розміри та матеріал, з якого виготовлені споруди: камінь, цегла, метал, дерево [50]. На рис 3.1 наведено приклад використання вертикального озеленення фасадів.



*Рисунок 3.1 – Приклад використання зеленого фасаду м.Париж*

### **3.4 Загальні вимоги при проектуванні об'єктів вертикального озеленення**

Об'єкти вертикального озеленення можуть створюватися, як з пристроєм спеціальних опор (в якості самостійних малих архітектурних форм), так і без влаштування спеціальних опор (з використанням фасадів будівель і споруд, парканів, стовпів вуличного освітлення і тому подібних об'єктів) в будь-яких функціональних зонах міста.

Для створення об'єктів вертикального озеленення рекомендується застосовувати наступні види спеціальних опор: трельяжі, шпалери, перголи. Трельяж і шпалера – легкі дерев'яні або металеві конструкції у вигляді решітки для озеленення виткими рослинами, можуть використовуватися для організації куточків тихого відпочинку, укриття від сонця, огорожі майданчиків, технічних пристроїв і споруд. Пергола – легке загразоване споруда з дерева або металу у вигляді альтанки, галереї або навісу, використовується як «зелений тунель», перехід між майданчиками або архітектурними об'єктами.

Для ампельних рослин використовуються кашпо, контейнери різної форми і розмірів, що закріплюються на балконах, стовпах вуличного освітлення або спеціалізованих малих архітектурних формах.



Об'єкти вертикального озеленення з використанням спеціальних опор (в як самостійні малих архітектурних форм) повинні створюватися, як правило, на природних, озелених територіях, а також в межах пішохідних і туристичних зон. Допускається створення таких об'єктів вертикального озеленення на прибудинкових територіях і в межах ділянок громадських об'єктів.

Об'єкти вертикального озеленення без використання спеціальних опор (з використанням фасадів будівель і споруд, парканів, стовпів вуличного освітлення і тому подібних об'єктів) повинні створюватися в першу чергу в виробничих зонах, а також в житлових і громадських зонах, розташованих в районах з низькою забезпеченістю зеленими насадженнями.

При проектуванні об'єктів вертикального озеленення слід враховувати: мінімальні відстані посадок до інженерних мереж, будівель і споруд (якщо використовуються ліани, які поступово одерев'яніють), розміри комів, ям і траншей для посадки насаджень.

Конструкції, що застосовуються для вертикального озеленення, рекомендується виконувати з довговічних і вогнестійких матеріалів. У разі використання в них деревини рекомендується її попередньо насичувати антипіренами. Конструкції, застосовувані для створення об'єктів вертикального озеленення, повинні мати технологічну можливість часткового або повного зняття ліан, бути ремонтпридатності, пристосованими для періодичного фарбування емаллю або антисептиками.

Вертикальне озеленення фасадів може передбачатися при розробці проектів будівництва, реконструкції та капітального ремонту будівель і споруд будь-якого призначення. Висоту вертикального озеленення рекомендується обмежувати трьома поверхами. При цьому, вертикальне озеленення фасаду повинно складати з ним єдину архітектурну композицію.

До об'єктів вертикального озеленення, розташованим на примігстральній території, застосовуються особливі вимоги:

- 1) об'єкти вертикального озеленення не повинні погіршувати видимість при оцінці дорожньої ситуації учасниками дорожнього руху;

2) об'єкти вертикального озеленення не повинні загороджувати дорожні знаки, покажчики, світлофори;

3) кріплення і опори об'єктів вертикального озеленення повинні бути розраховані з урахуванням дії фізичних і хімічних чинників від потоку автотранспорту;

4) асортимент рослин повинен бути підібраний з урахуванням підвищеної запиленості і загазованості повітря.

З метою запобігання пошкодженню рослинами оздоблення фасадів будинків і споруд при їх вертикальному озелененні на фасадних поверхнях слід надійно закріплювати конструкції у вигляді ґрат, систем вертикальних стрижнів або тросів, точкових консолей-опор для кашпо.

При розміщенні таких конструкцій необхідно враховувати забезпечення наявності повітряного зазору між рослинами і фасадом. Величину повітряного зазору рекомендується призначати в залежності від виду використовуваних рослин і експозиції фасаду.

Якщо відстань від фасаду до ґрунту перевищує 1,5 метра, посадка ліан може здійснюватися в контейнери шириною не менше 0,5 метрів, глибиною не менше 0,7 метрів, з дренажними отворами. У цьому випадку повинні використовуватися або однорічні ліани, або обмежений перелік багаторічних деревних ліан (лімітуючий фактор – зимостійкість). Контейнери з багаторічними ліанами повинні бути встановлені на рівень вимощення або заглиблені в ґрунт, повітряний зазор між ними і відмостком (ґрунтом) не допускається. Висадка багаторічних ліан в підвісні контейнери забороняється, або їх використання обмежується одним сезоном.

Як опори для ліан забороняється використання опор ліній електропередач, щогл вуличного освітлення або контактної мережі міського електротранспорту, щогл споруд зв'язку. На подібних об'єктах можливо використання тільки ампельних рослин [47].

### 3.5 Архітектурні та конструктивні рішення об'єктів вертикального озеленення

При проектуванні об'єкта озеленення, необхідно враховувати призначення будівлі (житлові, нежитлові, громадського користування, гаражний комплекс і т.д.); конструктивні особливості будівлі (фундамент, каркас, захисна конструкція); архітектурні особливості фасаду.

Можливі варіанти вертикального озеленення для фасадів каркасного типу:

1. Рослина і його коренева система кріпляться на фасаді будівлі. Для цього виду озеленення використовують підвісні кашпо або вазони, висаджуючи в них квіткові рослини ампельної форми.

2. За умови неможливості кріплення вертикальних опор до фасаду для повзучих рослин (ліан) необхідно встановлювати контейнери.

*Можливі варіанти вертикального озеленення для глухих фасадів:*

Стебла і гілки рослини закріплюються на додаткові опори, які кріпляться безпосередньо до стіни будівлі. При цьому необхідно використовувати повзучі рослини (ліани).

При даному типі вертикального озеленення утворюється фітотомодуль, який являє собою певну структуру, коли стебла і гілки рослин кріпляться на опори, а коріння рослин розміщуються в додаткові горизонтальні конструкції, розташовані біля нижньої межі фасаду будівлі.

Розробка спеціальних заходів для здійснення вертикального озеленення повинна виконуватися з метою забезпечення безпеки роботи конструкцій, враховуючи відстані від будівель, споруд та об'єктів інженерного благоустрою від дерев і чагарників, а також створення сприятливого середовища для розвитку рослин. З огляду на це, розроблені конструктивні спеціальні рішення по розміщенню «гнізд посадки».

Ці вимоги встановлені для того, щоб зняти такі негативні впливи, які можуть стати причиною відмови в роботі окремих елементів і конструкцій в

цілому. Порушення функціональної здатності окремих елементів (гідроізоляції) і систем в цілому (дренажі, силові кабелі) в результаті розвитку кореневої системи рослин. Забезпечення функціональної здатності вимощення – обмеження припливу води до цокольної частині споруди та конструкцій фундаментів.

При вертикальному озелененні виникає необхідність розмістити виткі рослини по можливості ближче до стін будівлі. Коренева система ліан відмінна від кореневої системи дерев. Наприклад, дівочий виноград має стрижневі коріння, розвиток яких може бути локалізовано за допомогою корнепрериваючих матеріалів у заданому обсязі. Це обмеження обсягу в поєднанні із застосуванням мінеральних і органічних добрив не викличе пригнічення рослин.

При вертикальному озелененні використовуються в'юнкі рослини, які закріплюються на поверхнях фасадів, тому зелена маса рівномірно розподіляється і віддається на несучі конструкції фасадів. Конструктивна безпека споруд при вертикальному озелененні буде забезпечена за умови дотримання певних умов. Для озеленення допускається використання ліан і ампельних рослин, які закріплюються на стінах, колонах і інших несучих конструкціях і фасадах будівлі. Посадка низькорослих чагарників з розвинутою кореневою системою передбачається в спеціальних контейнерах, розміщення яких залежить від архітектурних особливостей будівлі і фантазій дизайнера [47].

### **3.6 Конструкція опор на фасаді будівлі**

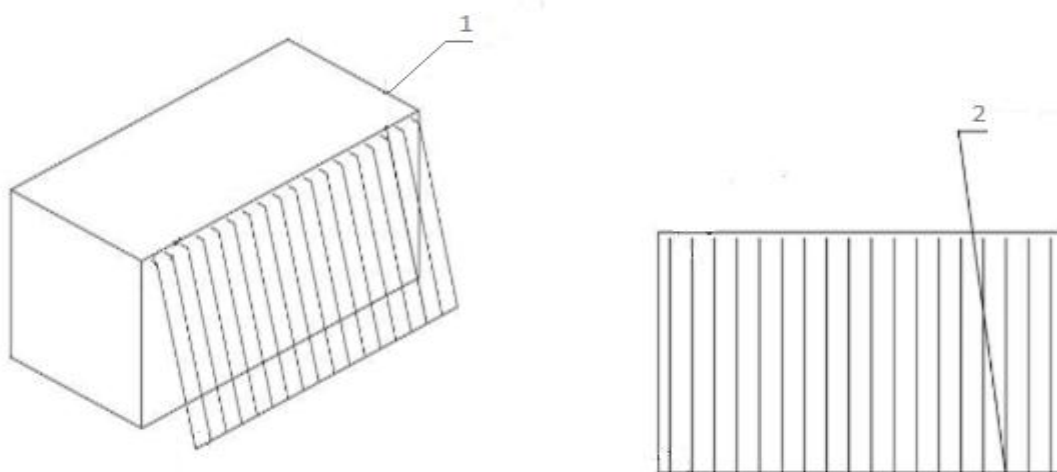
З огляду на різноманітність форм, будови пагонів, листя і вусів повзучих рослин (ліан) вибирається розміщення конструкцій на фасаді будівлі.

Способи кріплення стебел повзучих рослин (ліан) до опор можна класифікувати наступним чином.

1. Кріплення пагонами і присосками.

2. Обвиваючі опору.
3. Кріплення листям і вусами.
4. Кріплення шипами.

*Фітомодуль «Зелена стіна» №1.* Фітомодуль «Зелена стіна» дозволяє розмістити на фасадній частині будівлі максимальну кількість зелених насаджень. Ліани розміщуються в гніздах посадки, а потім спрямовуються вгору по спеціальним конструкціям (рис. 3.2).



1 – Фасад будинку; 2 – Трос із нержавіючої сталі

**Рисунок 3.2 – Фітомодуль «Зелена стіна» №1**

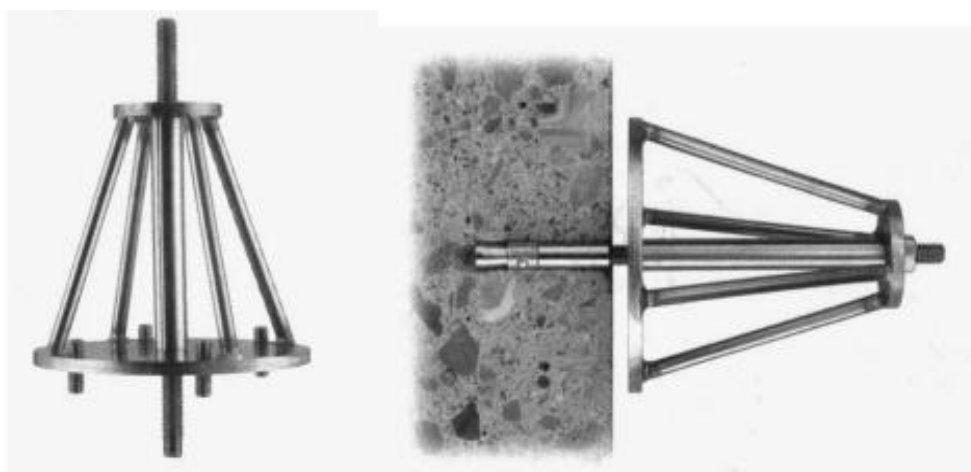
Дана система дозволяє розмістити зелені насадження на фасаді будівлі без збитку його конструкцій і матеріалів. Це досягається за рахунок того, що будується між конструкцією (на якій розташовуються зелені насадження) і фасадом будівлі влаштовується повітряний прошарок, яка дозволяє повітрю вільно циркулювати і здійснювати достатнє провітрювання фасаду.

Конструкція виконуватися в сукупності з фітомодулем, що дозволяють вільно розвиватися кореневій системі рослин, які використовуються для озеленення фасадів. Основним несучим елементом конструкції є троси з нержавіючої сталі. Троси з одного кінця закріплюються на фасаді будівлі, з іншого кріпляться до монолітної стіни, або до монолітної балки, розташованій на відстані 1-1,5 м від фасаду будівлі, за допомогою кріплення з нержавіючої сталі, що зображено на рис. 3.3.



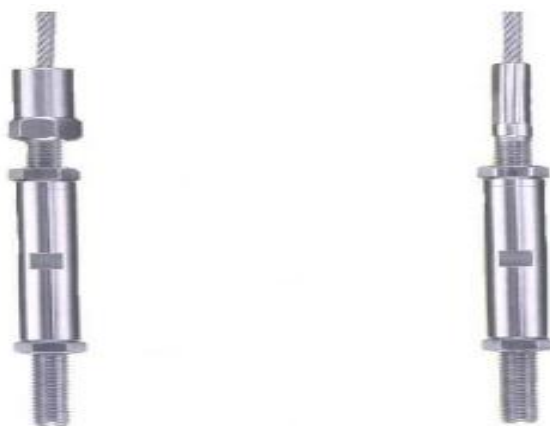
***Рисунок 3.3 – Елемент кріплення троса до стіни***

Кріпильний елемент являє собою анкер, закріплений в залізобетоні при допомозі дюбеля. Глибина анкерування деталі залежить від навантаження на трос і величини натягу троса. При високих навантаженнях на трос рекомендується застосовувати посилену деталь кріплення троса до фасаду будівлі. Для будівель вище 2 поверхів слід застосовувати посилені деталі кріплення тросів (рис. 3.4).



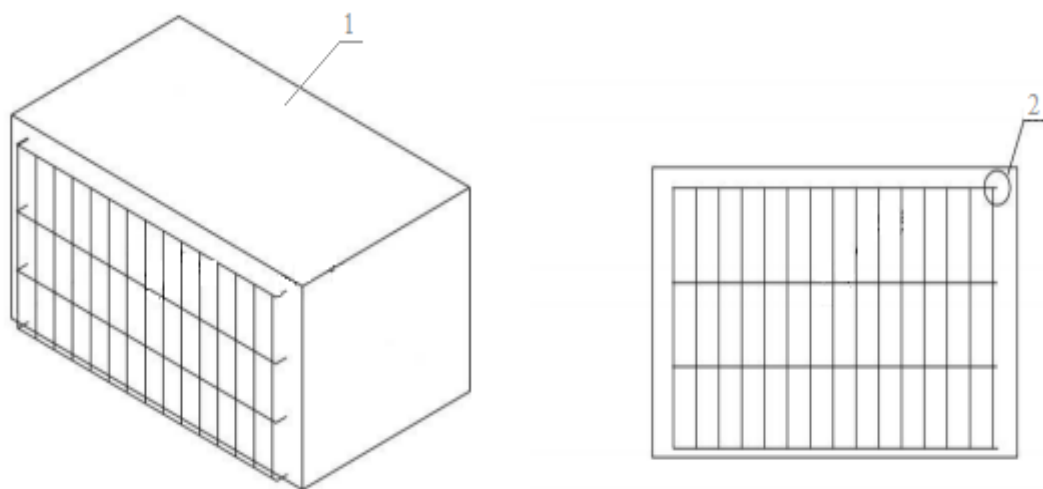
***Рисунок 3.4 – Посилена деталь кріплення троса до фасаду будівлі***

Потім троси натягаються за допомогою деталі з нержавіючої сталі, зображеної на рис. 3.5. Величина сили натягу троса залежить від виду рослин, якими проводиться вертикальне озеленення та розраховується для конкретних умов експлуатації.



**Рисунок 3.5 – Натягувач тросу (талреп)**

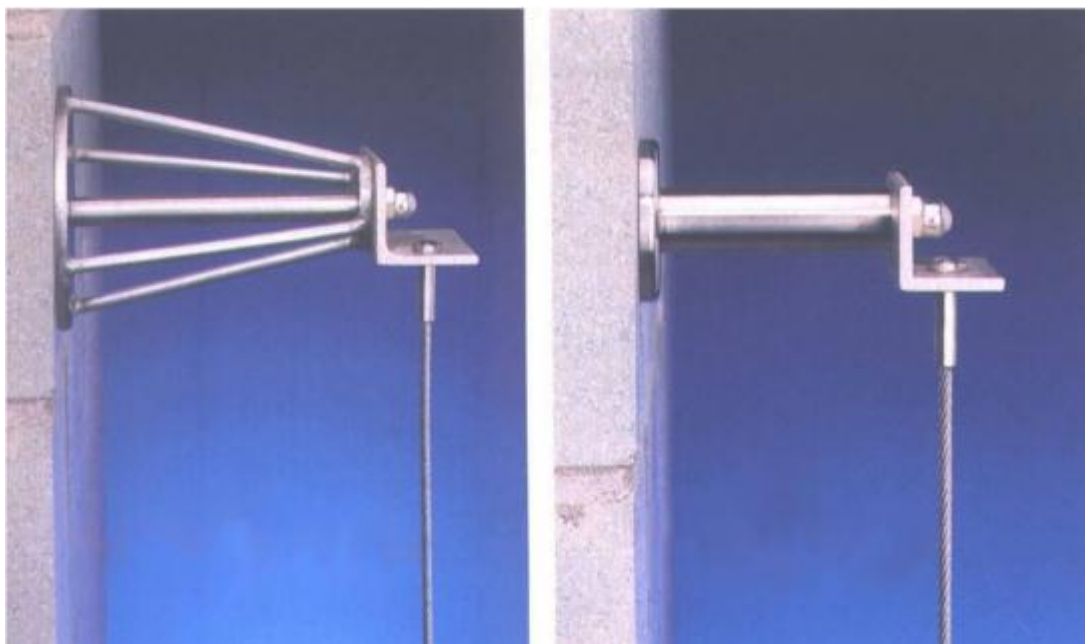
Фітомодуль «Зелена стіна» № 2. Фітомодуль виконується за допомогою тросів з нержавіючої сталі аналогічно фіто модулю «Зелена стіна» № 1. Головна відмінність даного фітомодуля полягає в тому, що троси розташовуються паралельно фасаду будівлі (рис. 3.6), а не під кутом.



1 – фасад будинку; 2 – трос із нержавіючої сталі

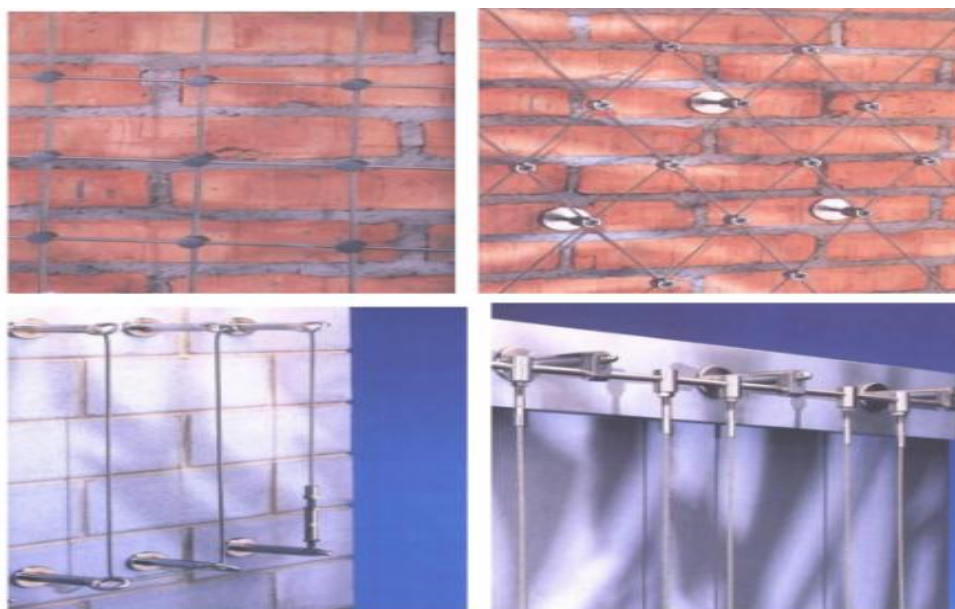
**Рисунок 3.6 – Фітомодуль «Зелена стіна» № 2**

При застосуванні даного фітомодуля троси з обох кінців закріплюються на фасаді будівлі, тому розміщення рослин можливо також в гніздах посадки з пристінним дренажем. Елементи кріплення тросів до фасаду будівлі виконуються з нержавіючої сталі і представлені на рис. 3.7.



**Рисунок 3.7 – Основні елементи кріплення тросів до фасаду**

При організації даного фітотмодуля троси конструкції можуть закріплюватися як строго вертикально, так і під кутом до горизонту (рис. 3.8), це не впливає на розвиток рослин.



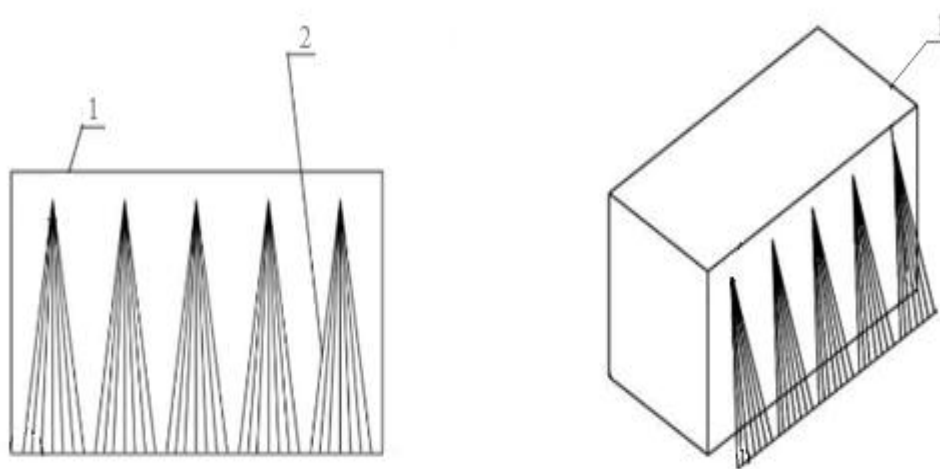
**Рисунок 3.8 – Варіанти розміщення тросів на фасаді будівлі**

Фітотмодуль «Зелена стіна» №3. Використання фітотмодуля «Зелена стіна» №3 дозволяє створити на фасаді будівлі каскад із зелених парасольок або пірамід. У цьому випадку велика частина зеленої маси рослин розташовується в нижній частині фасаду. Для кріплення несучих конструкцій фітотмодуля



«Зелена стіна» № 3 потрібна менша кількість кріпильних елементів, наявних на фасаді. Залежно від архітектурних вимог довжина фітотула може бути зменшена до розмірів розміщення однієї піраміди.

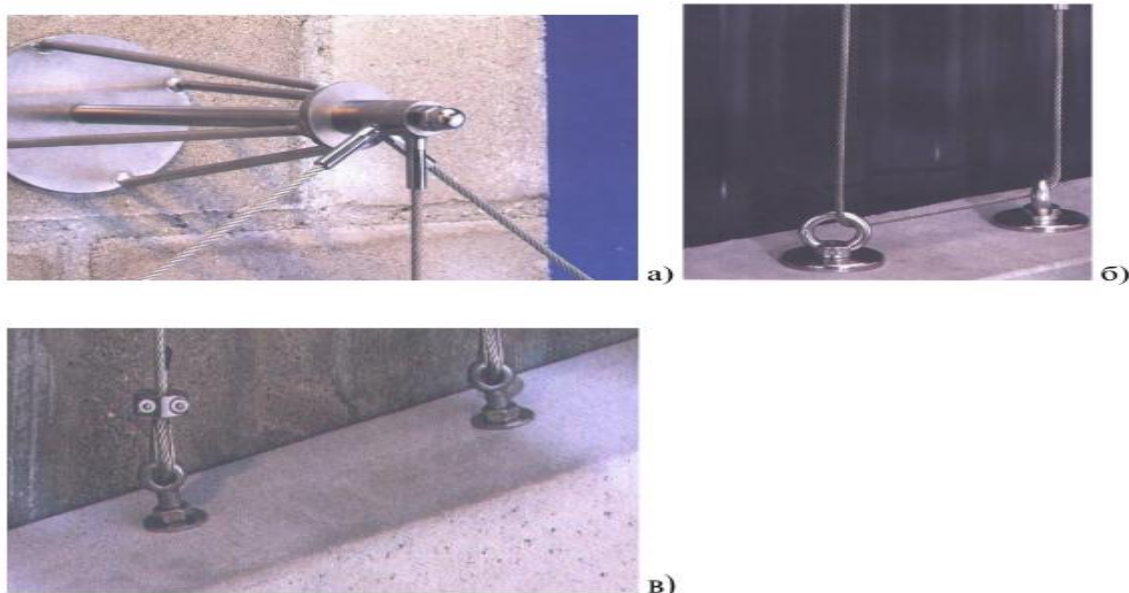
Фітотула «Зелена стіна» №3 (рис. 3.9) дозволяє розмістити рослини на фасаді будівлі без шкоди конструкцій і матеріалів фасаду. Конструктивна частина фітотула виконується за допомогою тросів з нержавіючої сталі, закріплених як на фасаді будівлі, так і на землі (до монолітного бетонного блоку, балки). Троси розташовуються під кутом до фасаду будівлі і один до одного у вигляді конусів.



1 – фасад будинку; 2 – трос із нержавіючої сталі

**Рисунок 3.9 – Фітотула «Зелена стіна» №3**

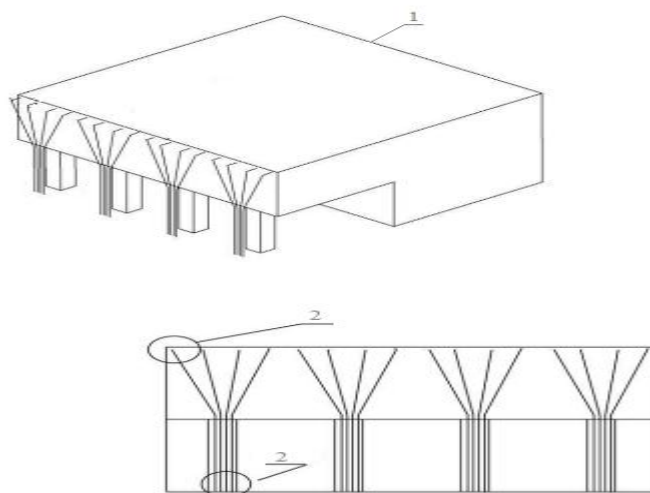
Верхній кінець троса закріплюється на фасаді будівлі за допомогою кріплення рис. 3.10 (а). Нижня частина тросів закріплюється за допомогою кріпильних елементів (рис. 3.10 б, в) на відстані 1-1,5 м від стіни будівлі для забезпечення вентиляції фасаду. Троси натягуються, щоб уникнути їх провисання. Величина натягу тросів залежить від видів рослин, за допомогою яких проводиться вертикальне озеленення. Троси, а також всі елементи конструкції виконуються з нержавіючої сталі, що забезпечує збільшення терміну її експлуатації.



а – до фасаду будівлі; б, в – до монолітної балки

**Рисунок 3.10 – Елементи кріплення конструктивних елементів (тросів) фітотмодуля «Зелена стіна» №3**

*Фітотмодуль «Зелена колона».* Фітотмодуль «Зелена колона» застосовується в разі нестандартного архітектурного рішення, коли на фасаді на першому поверсі є відкриті колони, а вищі поверхи є закритими (рис. 3.11).



1 – фасад будинку; 2 – трос із нержавіючої сталі

**Рисунок 3.11 – Фітотмодуль «Зелена колона»**

Троси в даному випадку розміщуються на колонах, а на закритій частині розгалужуються, таким чином, покриваючи більшу площу закритої частини

фасаду. На закритій частині фасаду троси кріпляться аналогічно фітотрибунам «Зелена стіна» [47].

### **3.7 Основні вимоги до проектування об'єктів контейнерного озеленення**

Об'єкти контейнерного озеленення можуть бути стаціонарними і мобільними. Стаціонарні об'єкти мобільного озеленення або мають зв'язок з ґрунтом, що залягає нижче, або не мають такого зв'язку з ґрунтом, але є нерозбірними, виконаними в єдиному конструктивному вирішенні з будівлею, будовою, спорудою. У будь-якому випадку, стаціонарні об'єкти мобільного озеленення, як правило, не передбачають демонтаж і переміщення (за винятком утилізації). Мобільні об'єкти контейнерного озеленення виконуються з урахуванням можливості їх складання, розбирання, переміщення. Відповідно, такі об'єкти припускають наявність конструктивних елементів для навантаження, розвантаження, закріплення і т.і. У більшості випадків, під контейнерним озелененням слід розуміти перш за все контейнери з висадженими рослинами, встановлені на ґрунт, тротуар, майданчики з твердим покриттям, в рідкісних випадках – на проїжджу частину. Підвісні контейнери, що встановлюються на балкони, перила, фасади, стовпи та інші опори (включаючи малі архітектурні форми) слід відносити і враховувати як об'єкти вертикального озеленення. Контейнери, що встановлюються на даху, слід відносити до об'єктів мобільного (інтенсивного) дахового озеленення. Якщо в контейнер, встановлений на ґрунт, тротуар, майданчики з твердим покриттям, у рідкісних випадках – на проїжджу частину, висаджені ліани, які не мають опор, за винятком конструкції самого контейнера, то такий об'єкт слід також відносити до об'єктів контейнерного озеленення. Якщо опорою ліан є, наприклад, фасад поруч розташованого будинку, то даний об'єкт слід відносити до об'єктів вертикального озеленення.

Мінімальні відстані від об'єктів контейнерного озеленення до краю проїзної частини вулиць, крайок укріплених смуг, узбіччя доріг і бровок канав – 2 метри для контейнерів з деревами, 1 метр – для контейнерів з чагарниками (ліанами). Основними лімітуючими факторами, що обмежують підбір асортименту рослин для контейнерного озеленення є зимостійкість, посухостійкість, компактний розмір крони і кореневої системи (стійкість до вітрових навантажень), для примігстральної територій – газостійкість і витривалість по відношенню до аерозолів, що містять протижеледні реагенти.

Рекомендовані габаритні розміри посадочних контейнерів:

- для дерев: довжина, ширина – не менше 1,2 м, висота не менше 0,8 м;
- для чагарників і багаторічних трав'янистих рослин: довжина, ширина – не менше 0,8 м, висота не менше 0,5 м (те ж для ліан);
- для однорічних трав'янистих рослин: довжина, ширина – не нормуються, висота – не менше 0,3 м.

Малий обсяг ґрунту в контейнері спричиняє необхідність застосування частих поливів (в жарку погоду – до 2-х разів на добу) і підгодівлі, що має бути відображено в проекті. Конструкція контейнерів для об'єктів мобільного контейнерного озеленення повинна передбачати:

- видалення надлишку поливної води через дренажні отвори;
- можливість механізованого підйому і транспортування контейнера разом з висаджених рослиною;
- можливість укладання (при транспортуванні) контейнера з висаджених рослиною на дно, на бік або на ребро.

При неможливості транспортування контейнера з висаджених рослиною традиційним способом через перевищення максимальної висоти, в проекті повинно бути запропоновано використання низькопідлогових платформ (допускається використовувати платформи для перевезення спецтехніки). Крім того можливо встановлювати контейнер з рослиною на платформу похило (із застосуванням спеціально виготовленої підставки) або на бік (за умови збереження декоративного виду контейнера).

В якості ґрунту для посадки рослин на об'єктах контейнерного озеленення повинен використовуватися субстрат з хорошою вологоємкістю, досить важкий (ємності з рослинами повинні бути вітростійкими навіть при висиханні субстрату), з високим вмістом гумусу (необхідно забезпечити хороші буферні властивості). Додатково допускається використання меліорантів нового покоління – водопоглинаючої полімерів [47].

### **3.8 Характеристика винограду Енгельмана**

Для оформлення фасадів звичайно використовують виткі рослини з найбільш декоративним листям та квітами, які піднімаються вгору за допомогою вусиків. У південних районах України найкраще для цього підходять стійкі сорти культурного винограду. Щоб підняти озеленення на 5-9 поверх будинку, доводиться використовувати високорослі ліани (виноград пахучий, амурський, дівочий п'ятилистий ф. Енгельмана та ін.) [51].

Синоніми: Виноград декоративний Енгельмана, Виноград в'юнкий Енгельмана, Партеноцісус Червона Стіна, Виноград Червона Стіна, Виноград Виргинський, Партеноцісус Виргинський, Партеноцісус в'юнкий Енгельмана, Декоративна ліана.

Походження: дівочий виноград родом з Америки, Китаю, де він успішно застосовується для озеленення міст. Наприклад, китайські архітектори за допомогою дівочого винограду оформили центр Пекіна, в'їзди в тунелі і вертикальні кам'яні набережні.

Опис сорту: Партеноцісус Енгельмана популярний вид декоративного винограду з численними присосками на кінцях вусиків, які дають можливість самому рослині підніматися на гладкі і вертикальні поверхні. Володіючи густим листям смарагдового кольору, яка восени стає пурпурним.

Форма: витка ліана висотою близько 15-20 м.

Швидкість зростання: Швидкоросла рослина, річний приріст становить близько 1-2 м.

Пагони: червоні, м'яко-пухнасті знизу.

Листя: складаються з п'яти еліпсоїдних темно-зелених пелюстки, восени забарвлюються в пурпурний колір, довжиною до 12 см і шириною близько 3 см кожен зубчастої форми на краях і з загостреним кінчиком.

Квітки: дрібні, непоказні, жовто-зеленого кольору.

Час цвітіння: в українському кліматі *Parthenocissus Engelmannii* починає цвітіння в липні.

Плоди: дрібні, темно-фіолетові ягоди з восковим нальотом, що тримається на червоних черешках, на рис.3.12 зображено приклад ягід.



*Рисунок 3.12 – Плоди винограду дівочого п'ятилиستкового Енгельмана*

Ставлення до світла: сонце, півтінь.

Ставлення до вологи: вологолюбна рослин, витримує короткочасну посуху.

Вид ґрунту: росте на будь-яких видах.

Кислотність: рН 6-7.

Кліматична зона, зона морозостійкості: абсолютно вся територія України.

Обрізка: видалення сухих і пошкоджених гілок, а також небажаної парослі.

Догляд: Потребує поливу, видалення бур'янів, санітарної стрижки [52].

На рис. 3.13 зображено приклад оформлення фасаду даним видом винограду.



**Рисунок 3.13 – Приклад оформлення фасаду будівлі виноградом Енгельмана**

### **3.9 Проектування озеленення фасаду 7 корпусу ДВНЗ НГУ для зниження рівня шуму на досліджуваному перехресті**

*Вплив автотранспорту на багатоповерхову забудову.* З висотою концентрація домішок від автотранспорту знижується за рахунок перемішування в обсязі повітря. Забруднення атмосферного повітря шкідливими домішками в умовах двосторонньої забудови зменшується з висотою по експоненціальному закону:

$$C_{mp}^{CO}(Z) = C_{mp}^{CO} \cdot e^{-0,0025Z^2} \quad (3.1)$$

де  $C_{mp}^{CO}$  – максимально разова концентрація домішки в приземному шарі атмосфери, мг/м<sup>3</sup>;

Z – висота, м.

Визначаємо на якій висоті концентрація оксиду вуглецю в атмосферному повітрі над автомобільною трасою в умовах двосторонньої забудови знижується до рівня гранично допустимої. Середньодобовий вміст CO

протягом доби в атмосфері над поверхнею магістралі ( $Z = 0$ ) –  $18,99 \text{ мг/м}^3$  згідно розрахунків, проведених у другому розділі даної роботи (див. рис.2.6).

Відомо, що концентрація оксиду вуглецю в атмосфері зменшується з висотою за експоненціальним законом. Підставляючи в формулу 3.1 послідовно значення висоти  $Z = 1 \text{ м}$ ,  $Z = 2 \text{ м}$  і т.д. і середньодобову максимально разову концентрацію –  $18,99 \text{ мг/м}^3$ , визначаємо концентрацію CO на відповідній висоті [29], отримані дані наведені в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Концентрація оксиду вуглецю на різній висоті

Висота, м	0	2	4	6	7	8	9	10	16	17	23
Концентрація, $\text{мг/м}^3$	18,9	18,8	18,3	17,36	16,8	16,2	15,5	14,8	10,0	9,2	5,1

Отже концентрація CO сягає норми  $5 \text{ мг/м}^3$  на висоті приблизно 23 м, тобто на висоті сьомого поверху; середньодобова концентрація  $18,99 \text{ мг/м}^3$  перевищує допустиму норму майже в 4 рази на висоті до 4 м. На висоті 10 м ситуація змінюється і концентрація CO перевищує допустиму концентрацію вже майже в 3 рази, тому рекомендується озеленювати фасад на висоті до 10 м, коли його концентрація найбільша. Висота 10 м приблизно відповідає висоті трьом поверхам будівлі, якщо висота одного поверху становить 3,5 м.

Для озеленення даного об'єкту пропонується використовувати принцип вертикального озеленення на прикладі фітотула «Зелена стіна» № 2. Особливість даного фітотула полягає в тому, що троси розташовуються паралельно фасаду будівлі, а не під кутом. Такий принцип розташування тросів не заважатиме переміщенню людей на території 7 корпусу. Також на даному фасаді знаходяться вікна, які повинні мати повноцінний доступ до сонячного освітлення, тому троси треба розташовувати між вікнами та між поверхами будівлі, щоб рослини оплітали тільки ділянки фасаду і не перешкождали проникненню світла в аудиторії. Натягнуті троси рекомендується вмонтовувати до стіни вертикально та горизонтально. Оскільки відстань від фасаду до ґрунту в основному перевищує 1,5 м, то рослини пропонується саджати в контейнер.



Також взимку земля в контейнері буде захищена від впливу солі, якою посипають дороги під час оледеніння. Пропонується використовувати рослину, яка буде заплітати натягнуті троси на фасаді, створюючи зелений «щит», що захищатиме будівлю від шуму, пилу, викидів автотранспорту – виноград в'юнкий Енгельмана. Дана рослина має морозостійке коріння, росте як на сонці, так і в тіні, невибаглива до ґрунту та непримхлива у догляді, листя має високу покривоздатність, а отже і високу здатність поглинати і відбивати звукові хвилі, що створюється автотранспортом – основним джерелом акустичного забруднення міського середовища. Рекомендована кількість – 2 рослини на один контейнер, для створення щільного озеленення. Ціна однієї рослини становить 30 грн.

Озеленення рекомендується проводити в межах трьох поверхів, рослини мають висаджуватись в контейнери, які на зиму рекомендується вкривати. Корпус має 14 поверхів, його загальна висота становить 48,7 м, тобто висота одного поверху приблизно складає 3,5 м. Довжина фасаду загалом складає приблизно 68,6 м.

Для озеленення знадобиться 6 тросів загальною довжиною 68,6 м (по периметру всього фасаду між поверхами, розміщені горизонтально, поділені на п'ять частин: 18,5 м, 6 м, 19 м, 12,1 м, 13 м), 16 тросів по 6 метрів (для глухої стіни по обидва боки від центральної частини будівлі по горизонталі), 16 тросів по 10,5 м (від низу фасаду і до третього поверху по вертикалі), 32 троса по 7 м (між вікнами по вертикалі), ціна за 1 м складає 33,66 грн. В табл. 3.3 наведені дані кількості сталюого тросу, необхідного для озеленення фасаду.

Загальна довжина сталюого тросу, необхідного для кріплення на фасаді складає 899,6м, тобто приблизно 900 м.

Основних елементів кріплення тросів до фасаду необхідно на один трос 2 одиниці. Тобто  $94 \cdot 2 = 188$  штук загалом. Ціна однієї одиниці – 195,2 грн.

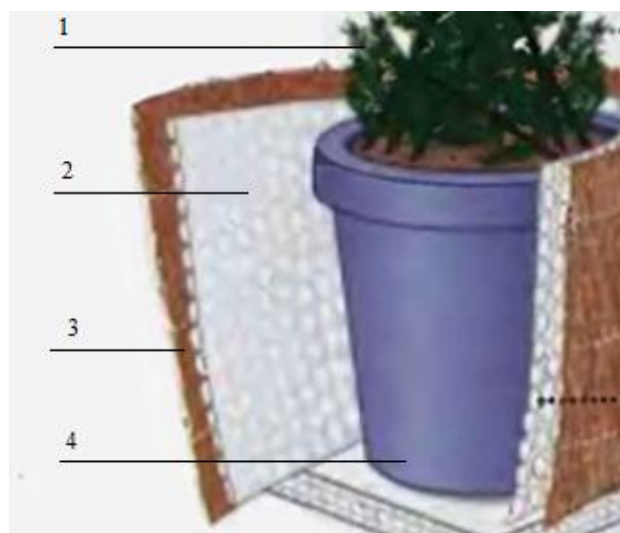
Така ж необхідна кількість талрепів, ціна однієї одиниці – 12 грн. На один елемент кріплення до фасаду потрібно 3 анкери з шурупами, ціна комплекту – 17,46 грн.

Таблиця 3.3 – Розрахунки необхідної загальної довжини тросу

Назва матеріалу	Кількість, од.	Довжина однієї одиниці, м	Довжина загальна, м
Трос 1	6 (30)	68,6	411,6
Трос 2	16	6	96
Трос 3	16	10,5	168
Трос 4	32	7	224
Всього		900	

Контейнерів необхідно 8 штук по чотири по обидва боки від центрального входу. Розмір 72x72x56 см, допускається використання контейнерів менших ніж для чагарників чи де дерев. Матеріал – масив дерева (брус, сосна), товщина стінки 4 см, ціна за одиницю 2100 грн . Отже один контейнер має місткість 240 л. Необхідна кількість ґрунту на один контейнер (ящик) складає 194 л, необхідна кількість дренажу – 23 л (10 см), 23 л ємкості залишаються для поливу.

На зиму рослину, висаджену в контейнер, слід вкрити як показано на рис. 3.14 [53].



1 – рослина; 2 – повітряно-бульбашкова плівка; 3 – мішковина джутова; 4 – контейнер

**Рисунок 3.14 – Укривання контейнерних рослин на зимівлю**

На один контейнер рекомендується використовувати приблизно 3 м повітряно-бульбашкової плівки висотою 1,5 м для кращого захисту контейнера

і приземної частини рослини, і таку ж кількість мішковини, а також спеціальну тепличну нитку, щоб надійно закріпити даний матеріал на контейнері. Також рослини слід поливати по мірі необхідності особливо в період вегетації.

Також рослини слід поливати по мірі необхідності особливо в період вегетації (хоча б два рази на тиждень). Принцип поливу простий: в землі повітря стільки, скільки в неї може ввійти води, зазвичай в ґрунті приблизно 30 % порожнеч, тобто повітряного простору у вигляді пор, тріщин. [54].

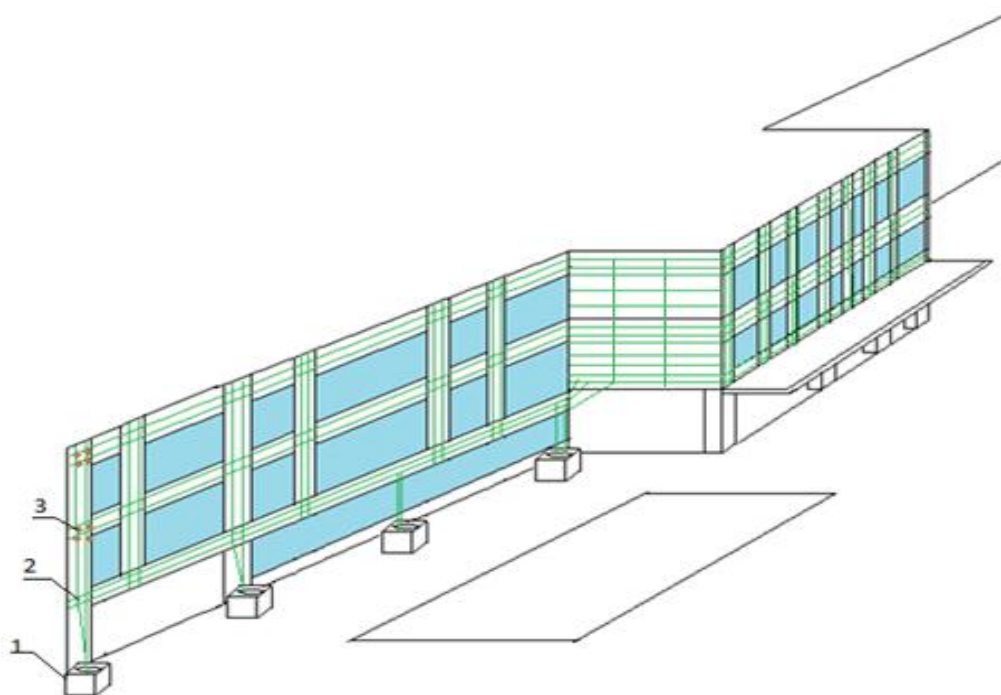
Згідно з літературними даними, під впливом сполук, що входять до складу фітоцидів, в повітрі знижується концентрація деяких небезпечних забруднювачів: чадного газу на 10-30 %, сірчистого газу на 50-70 %, оксидів азоту на 15-30 %. Рослини «харчуються» забрудненим повітрям, виділяючи «свіжий» кисень. Наприклад, одна 1,5-метрова шеффлера поглинає за добу близько 10 л вуглекислого газу, виділяючи в 2-3 рази більше кисню [55].

Розрахункові дані необхідної кількості матеріалу наведені в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Необхідна кількість матеріалу

Найменування матеріалу	Одиниці вимірювання	Норма витрат
Трос сталевий нержавіючий	1 м	900
Талреп закритий (шпилька+шпилька)	1 шт.	188
Контейнер (ящик) для квітів, дерев	1 шт.	8
Дівочий виноград Егельмана	1 шт.	16
ґрунт універсальний, упаковка 10 л	1 уп.	156
Дренаж, упаковка 1 л	1 уп.	184
Елемент кріплення тросу до фасаду	1 шт.	188
Анкер + шуруп (комплект)	1 шт.	564
Повітряно-бульбашкова плівка	1 шт.	24
Мішкочина джутова, 1 м	1 м	24
Теплична нитка	1 м	72
Азотно-фосфорно-калійне добриво, в упаковці 1 кг	1 уп.	1
Вода для поливу 8 контейнерів протягом року	1 м <sup>3</sup>	28,768

Схематичне зображення впроваджуваного вертикального озеленення зображено на рис. 3.14, на рис. 3.15 зображено загальний вигляд 7 корпусу ДВНЗ НГУ після проектного озеленення фасаду.



1 – контейнер для рослин, що в’ються; 2 – сталеві троси, які заплітатимуть рослини;  
3 – спеціальний елемент кріплення для тросів

***Рисунок 3.14 – Схематичне зображення озеленення фасаду будівлі***



***Рисунок 3.15 – Загальний вигляд будівлі після впровадження озеленення***

Отож рослини можуть ефективно знижують вміст в повітрі CO, середнє значення становить 20 %.

Після озеленення фасаду на даному перехресті очікується поглинання листям близько 20 % звукової енергії. Очікуваний рівень зниження відбитого шуму від будівлі описано табл. 3.1, згідно якої відбитий рівень шуму не перевищуватиме допустиму норму в 70 дБА. А середнє значення приймаємо 72,29 дБА.

Відомо, що ліани у вертикальному озелененні міста сприятливо впливають на мікроклімат. Рослини наближають малокомфортні умови на 10-30 % до зони гігієнічного комфорту, середнє значення 20 %.

В табл. 3.5 наведені підсумкові дані очікуваного зниження рівня шуму, CO, температури в приміщенні.

Таблиця 3.5 – Підсумкова таблиця

Значення	До впровадження вертикального озеленення	Після впровадження вертикального озеленення	Очікуване зменшення, %
Рівень шуму відбитий від будівлі на перехресті, дБА	72,3	57,8	20
Температура в приміщенні, °C	30	24	
Концентрація CO у повітрі на перехресті, мг/м <sup>3</sup>	18,9	15,9	

Можемо зробити висновок, що в умовах щільної міської забудови ефективним методом зниження акустичного забруднення від автотранспорту, зниження вмісту оксиду вуглецю може стати нетрадиційний вид озеленення – вертикальне озеленення фасадів, яке до того ж сприятливо впливає на мікроклімат в приміщенні і це може суттєво зменшити витрати на охолодження приміщення. Оскільки при температурі 24°C в приміщенні вмикати кондиціонер не обов'язково.

Ще одним сучасним методом нетрадиційного озеленення являється встановлення фітомодулів. Їх загалом можуть встановлювати вище трьох

поверхів, якщо вони передбачаються проектом будівництва, або при капітальній реконструкції. Але вони мають ряд суттєвих недоліків, тому їх впровадження не завжди економічно доцільне.

Встановлення фітомодулю вимагає проведення серйозних гідроізоляційних робіт на стіні. При відсутності доступу вологи протягом одного дня всі рослини вмирають. Хімічно насичений розчин, що рухається по колу, збільшує можливість захворювання всіх рослин від одного ураженого.

Потрібна постійна зміна фільтруємої системи для виключення можливості забруднення системи поливу. Створення фітостіни середнього або великого розміру має на увазі виділення окремого технічного приміщення для монтажу резервуара і потужного насоса системи поливу [56].

Тому використання вертикального озеленення, що не має ряду таких недоліків як у фітомодулі, більш економічно доцільне.

Дослідження рівня акустичного забруднення міського середовища було проведено згідно ГОСТ 31296.2-2006, ГОСТ 20444-2014 та ГОСТ 23337-2014 на перехресті вул. О.Гончара та Шевченко.

В результаті проведених досліджень, були отримані такі результати: з 08.00-09.00 відбитий рівень шуму від будівлі поблизу перехрестя вул. О. Гончара та Шевченко становить 72,98 дБА, спостерігається перевищення від норми (70 дБА) на 4,3%. З 15.00-16.00 спостерігався середній рівень шуму в 71,59 дБА, тобто маємо перевищення від норми на 2,3 %.

У зв'язку з цим необхідно провести екологічні заходи зі зменшення негативного акустичного впливу від роботи автотранспорту. Згідно літературних джерел у загальному випадку методи зниження транспортного шуму можна класифікувати по наступних трьом напрямкам: зменшення шуму в джерелі його виникнення, включаючи вилучення з експлуатації транспортних засобів і зміну маршрутів їх руху; зниження шуму на шляху його розповсюдження; застосування засобів звукового захисту при сприйнятті звуку.

Якщо немає можливості змінити потік руху автотранспорту, встановити шумозахисні екрани вздовж дороги, чи посадити захисну смугу з зелених

рослин, тоді слід звернути особливу увагу на нетрадиційне озеленення, що в умовах щільної міської забудови буде завжди актуально. Оскільки при вертикальному озелененні фасаду не погіршується видимість самого автошляху (як у випадку з шумозахисними екранами), рослини можуть висаджуватись у контейнер, тобто не потрібно обмежувати проект виходячи з доступу до відкритого ґрунту (як у випадку з посадкою звичайних дерев у відкритий ґрунт), і до того ж вертикальне озеленення фасадів покращує умови мікроклімату в приміщенні.

Висновки за розділом:

1. Обґрунтовано вибір системи вертикального озеленення фасаду будівлі сьомого корпусу ДВНЗ «НГУ» та запропонувати архітектурні та конструктивні рішення об'єктів вертикального озеленення.

Згідно з літературних джерел висоту вертикального озеленення рекомендується обмежувати трьома поверхами. Висоти в три поверхи достатньо щоб знизити основний рівень шуму та концентрацію оксиду вуглецю.

Шумозахисні екрани при їх встановленні загороджуватимуть загальний огляд на автошлях, цього, в умовах тісної міської забудови, слід уникати. Також на досліджуваному перехресті не має можливості посадити широку лісозахисну смугу, оскільки матиме місце перешкоджання руху пішоходів по тротуару і обмежуватиметься доступ до 7 корпусу ДВНЗ НГУ загалом.

2. Розрахували очікуваний рівень зниження акустичного забруднення, концентрації СО у повітрі на перехресті та температури повітря у приміщенні корпусу після впровадження вертикального озеленення на фасаді. Очікуване зменшення по всім показникам складає 20 %.

Концентрація СО у повітрі на перехресті в середньому за добу складає 18,99 мг/м<sup>3</sup>, після впровадження вертикального озеленення ця цифра складатиме 15,19 мг/м<sup>3</sup>.

Температура в приміщенні з 30 °С знизиться до 24 °С, а відбитий рівень шуму на перехресті з 72,29 дБА знизиться до 57,83 дБА, що відповідатиме нормі в 70 дБА.



## **4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

### **4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів передбачених при проведенні робіт з монтажу системи вертикального озеленення фасадів**

Заплановане проведення робіт з установки системи вертикального озеленення фасадів на території ДВНЗ НГУ на території 7 корпусу (зовнішні роботи). Передбачено монтаж сталевих тросів на висоті до 10,5 м в висоту (три поверхи) на фасадах, що виходять на автошлях.

Мається вірогідність отримання електротравм при роботі з електроінструментом. Також при проведенні висотних робіт є вірогідність того, що робітник може впасти і зламати кінцівку, або навіть втратити життя.

До самостійної роботи допускаються особи віком не молодше 18 років, які придатні за станом здоров'я. Перед допуском до самостійної роботи, після отримання вступного інструктажу, первинного інструктажу, попереднього спеціального навчання з питань охорони праці, перевірки знань з охорони праці, яка проводиться за екзаменаційними білетами, перевірки вмінь та навичок безпечного виконання робіт, працівник повинен пройти стажування безпосередньо на робочому місці. Допуск до самостійної роботи здійснюється при позитивних результатах стажування, перевірки вмінь та навичок безпечного виконання робіт. В процесі роботи робітник періодично проходить медичні огляди (1 раз в 2 роки). Робітник, який працює на висоті повинен виконувати правила внутрішнього трудового розпорядку. Знати про особисту відповідальність за виконання правил охорони праці та безпеку товаришів по роботі. Вміти надавати першу медичну допомогу потерпілим від нещасних випадків. Вміти користуватись первинними засобами пожежогасіння. Утримувати робоче місце в чистоті і порядку, раціонально організувати працю на робочому місці, знати норми витрат сировини і матеріалів на роботи, які виконуються та безпечні методи праці, а також знати порядок застосування засобів індивідуального захисту (ЗіЗ) у відповідності до характеру і умов праці. Знати порядок надання долікарняної допомоги потерпілому [57].

### **4.2 Інженерно технічні заходи з охорони праці**

#### **4.2.1 Інженерно технічні заходи з охорони праці при виконанні робіт на висоті**

Роботи на висоті 1,3 та більше метрів дозволяється проводити тільки з риштувань або помостів. У випадку неможливості їх застосування за технічними умовами, ремонтні роботи повинні проводитись в люльках або за допомогою запобіжного поясу. Місця безпечного кріплення карабіну запобіжного пояса повинні бути вказані робітнику до проведення робіт на висоті відповідальним за проведення робіт. Забороняється замість помостів встановлювати тимчасові настили на будь-яких опорах (на бочках, цеглинах та ін.).

Щаблі дерев'яних драбин повинні виготовлятися із відбірної деревини твердих порід (бука, дуба, ясена) першого сорту згідно з ГОСТ 2695 або хвойних порід (сосни, модрина) відбірного та першого сортів згідно з ГОСТ 8486.

Забороняється фарбувати дерев'яні драбини фарбами, а також зрощувати більше двох дерев'яних приставних драбин.

Приставні дерев'яні драбини та стрем'янки завдовжки більше 3 м повинні мати 2 і більше металевих стяжних болтів, установлених під нижнім та верхнім щаблями. Загальна довжина приставної дерев'яної драбини не повинна перевищувати 5 м.

Металеві драбини завдовжки більше 5 м повинні: або обгороджуватись, або оснащуватись канатом з уловлювачем для закріплення карабіна запобіжного пояса.

У разі виконання робіт з приставних та з розсувних драбин на висоті більше 1,3 м повинен застосовуватись запобіжний пояс. На запобіжних поясах, які видаються робітникам, повинні бути бирки з інвентарним номером та датою проведення наступного випробування. Забороняється використовувати запобіжні пояси у разі відсутності відмітки про випробування їх, простроченого терміну випробування, а також пояси, у яких під час огляду виявлені дефекти.

Настили риштувань та помосту, що розміщені на висоті 1,3 м і вище від рівня землі або покриттів, повинні мати огороження, що складається із стояків, поручнів заввишки понад 1,1 м, одного проміжного горизонтального елемента або сітки та бортової дошки заввишки не менше 0,15 м. Відстань між стояками поручнів не повинна перевищувати 2 м. Для дерев'яних настилів повинні застосовуватись дошки завтовшки не менше 40 мм.

Для виконання робіт на дерев'яних та дерев'яних з залізобетонними приставками опорах повітряних ліній електропередавання та лініях зв'язку необхідно застосовувати монтерські кігті, а для піднімання на залізобетонні опори трапецієдного перерізу та виконання робіт на них – монтерські лазі. Кожен робітник, який виконує роботи із застосуванням кігтів та лазів, повинен бути забезпечений запобіжним поясом

Перед застосуванням драбин та стрем'янок їх повинен оглядати робітник, який виконує роботу на висоті. Робітник повинен отримати завдання від керівника робіт. Одягти спецодяг, спецвзуття, підготувати інші засоби індивідуального захисту.

Оглянути робоче місце, підготувати інструмент, пристосування, інвентар. Прибрати непотрібні матеріали, звільнити проходи, підходи до драбин, стрем'янок, риштувань і помостів. Перевірити достатність освітлення робочого місця. Про всі виявлені недоліки повідомити безпосереднього керівника робіт для вжиття заходів щодо їх усунення.

Під час виконання робіт із застосуванням драбин слід дотримуватись таких вимог безпеки праці:

- повинна забезпечуватись стійкість застосовуваних драбин, унеможливлене зісковзування їх або випадкове зрушення їх з місця (перевіряється оглядом та випробуванням);
- у разі проведення робіт в місцях з поживавленим рухом транспортних засобів або людей драбини (незалежно від наявності або відсутності на їхніх кінцях наконечників) повинні відгороджуватись або охоронятись від падіння, яке може спричинятись випадковими поштовхами;

- приставні драбини повинні установлюватись під кутом нахилу до горизонтальної площини не менше  $45^{\circ}$  і не більше  $60^{\circ}$ ;
- у разі неможливості закріплення драбини під час установлення її на гладкій плитковій підлозі біля основи драбини повинен стояти робітник у касці та утримувати її в стійкому положенні. В інших випадках підтримувати драбину внизу руками забороняється;
- у разі виконання робіт з приставних та розсувних драбин на висоті більше 1,3 м повинен використовуватись запобіжний монтерський пояс. Пояс повинен закріплюватись за конструкцію будівлі або за драбину – за умови надійного закріплення драбини до конструкції (на рис. 4.1 зображено приклад застосування запобіжного поясу);



*Рисунок 4.1 – Приклад застосування запобіжного поясу*

- переміщувати драбину під час роботи необхідно з дотриманням наступних запобіжних заходів: два працівники повинні нести драбину наконечниками назад, попереджаючи перехожих про небезпеку зіткнення з нею;

Забороняється під час проведення робіт на висоті:

- працювати з приставних драбин, стоячі на щаблі, розташованому на відстані менше 1 м від верхнього кінця драбини;
- створювати додаткові опорні споруди з ящиків, бочок тощо – у разі недостатньої довжини драбини;
- установлювати приставні драбини під кутом нахилу до горизонтальної площини більше 60° – без додаткового закріплення верхньої частини драбини;
- виконувати роботу з двох верхніх щаблів стрем'янок, які не мають поручнів або упорів;
- піднімати або опускати вантаж по приставній драбині та залишити на ній інструмент.

Забороняється на приставних драбинах та стрем'янках:

- працювати біля обертових механізмів, працюючих машин та над ними;
- виконувати роботу із застосуванням електричного та пневматичного інструмента;
- виконувати газо та електрозварювальні роботи;
- натягувати проводи та підтримувати на висоті важкі деталі.

Для виконання таких робіт повинні застосовуватись риштування або стрем'янки з верхніми площадками, які обгороджені поручнями. Після закінчення робіт повинні бути виконані певні завдання. Зйомні драбини, колиски та пристрої повинні бути зняті. Інструмент та матеріали повинні бути прибрані з висоти. Драбини, стрем'янки та інші пристрої прибрати в сухі приміщення чи місце, де неможливі випадкові механічні пошкодження. Настили та драбини риштувань та помосту повинні щоденно після закінчення роботи очищатись від сміття, узимку – від снігу та ожеледі, а за необхідності – посипатись піском. Зняти і очистити спецодяг, спецвзуття і індивідуальні захисні засоби від пилу та інших забруднень. Помити руки, лице водою з милом; за можливості, прийняти душ. Доповісти керівнику робіт про всі недоліки, які мали місце під час роботи [57].

#### **4.2.2 Інженерно технічні заходи з охорони праці при роботі з електроінструментом**

Свердлими отвори та пробивати борозни у конструкціях будівель, у яких розташовані заховані електропроводка, трубопроводи тощо, слід тільки після зняття напруги з відповідних електромереж (перекриття відповідних трубопроводів).

Заземлення корпусу електроінструмента необхідно здійснювати за допомогою спеціальної жили проводу для живлення, яка не повинна одночасно служити провідником робочого струму. Використовувати для цього нульовий заземлений провід забороняється. Тому для живлення трифазного електроінструмента необхідно застосовувати чотирижильний, а однофазного – трижильний шланговий провід.

Електроінструмент повинен зберігатися у сухому приміщенні, що опалюється, в шафах чи на стелажах. Для роботи дозволяється використовувати електроінструмент, який пройшов перевірку відсутності замикання на корпус, обриву проводу заземлення чи проводу живлення, а також перевірку опору ізоляції (перевірку необхідно здійснювати мего-метром напругою 500 В не рідше 1 разу на 6 місяців).

Робота поза приміщеннями дозволяється тільки з електроінструментом, захищеним від впливу вологи в складі маркування інструмента є «крапля в трикутнику» або «дві краплі».

З інструментом, що не має такого маркування, робота поза приміщеннями дозволяється тільки в суху погоду, а під час дощу та снігопаду – під навісом на сухій землі чи настилі.

Вимоги безпеки перед початком роботи

До початку робіт необхідно:

- одягнути робочий одяг;

- у разі необхідності підготувати спеціальні віброзахисні рукавиці (м'які рукавиці з подвійною прокладкою), захисні окуляри (окуляри зі склом, що не б'ється), наколінники, протишумні навушники, запобіжний пояс;

- оглянути робоче місце, забрати речі, які заважають роботі, та звільнити проходи;

- одягнути захисні окуляри, а також спеціальні віброзахисні рукавиці при роботі з інструментом ударної дії;

- застебнути обшлагі рукавів та заправити кінці одягу, які звисають, при роботі з інструментом, який має частини, що обертаються;

- підготувати та надягнути запобіжний пояс при роботі на висоті більше 1,5 м;

- одягнути навушники, що захищають від шуму при роботі усередині будь-яких посудин з проведенням технологічних операцій зі значним шумом.

Перевірити затягування гвинтів, що кріплять вузли та деталі інструмента, стан проводу, відсутність зовнішніх пошкоджень його ізоляції та злому жил, справність вимикача та заземлення, роботу інструмента на холостому ході. При цьому підключати електроінструмент до мережі живлення дозволяється тільки при знаходженні вимикача у стані «Відключено».

Не допускається наявність таких дефектів:

- пошкодження штепсельного з'єднання, кабелю (шнура) живлення чи його ізоляції;

- нечітка дія вимикача;

- тріщини та інші пошкодження, що знижують міцність корпусу, рукоятки.

Провід живлення електроінструмента слід, якщо це можливо, підвісити. У разі прокладання проводу по землі (підлозі) його слід захистити від механічних пошкоджень: закрити, встановити огорожі, вивісити попереджувальні плакати. Безпосереднє зіткнення проводу з металевими, гарячими, вологими та покритими мастилом поверхнями не допускається. При роботі з електродриллю виробу, що підлягають свердленню, необхідно надійно закріплювати.

Інструмент необхідно негайно вимкнути вимикачем у випадку раптової зупинки (внаслідок зникнення напруги живлення, заклинювання деталей, що рухаються, тощо).

Вимоги безпеки після закінчення роботи. Вимкнути електроінструмент вимикачем, від'єднати провід живлення електроінструмента від мережі живлення, вийняти робочий інструмент з патрону електроінструмента.

При роботі з електроінструментом забороняється:

- передавати інструмент навіть короткочасно іншим особам, які не мають права працювати з електроінструментом;
- доторкатися до ріжучих частин інструмента чи частин, що обертаються;
- триматися за провід електроінструмента;
- натягувати та перегинати кабелі електроінструмента;
- перехрещувати кабелі живлення електроінструмента з іншими кабелями, тросами, електрозварювальними проводами і шлангами газорізки.
- охолоджувати корпус електроінструмента при перегріванні снігом чи водою;
- продовжувати роботу при появі диму або запаху, характерних для ізоляції, що горить, кругового вогню на колекторі внаслідок підвищеного іскріння щіток, підвищеного шуму, стукоту, вібрації, пошкодження робочого інструмента [58].

### **4.3 Протипожежні заходи**

Електродвигуни, світильники, проводка, розподільні пристрої повинні очищатися від горючого пилу не рідше двох разів на місяць, а в зонах зі значним виділенням пилу – не рідше одного разу в тиждень.

Перевантаження проводів і електрообладнання понад установлені норми не допускається. Контроль завантаження слід проводити по стаціонарним амперметрів або за допомогою струмовимірювальних кліщів.



Всі електроустановки повинні бути захищені від струмів короткого замикання та інших ненормальних режимів, що можуть призвести до пожежі (автоматичні вимикачі, запобіжники). Запобіжники і уставки автоматичних вимикачів повинні відповідати перетину проводів і допустимим навантаженням. Заміна згорілих запобіжників «жучками» і перемичками, хоча б тимчасово, не допускається.

Всі з'єднання, обробляння кінців та відгалуження проводів, здійснювані в процесі експлуатації, виконуються капітально – шляхом опресування, пайки, зварювання, затиску під болт і т. д. Поблизу проводів неприпустимо наявність легкозаймистих предметів і матеріалів.

Для переносних електроприймачів, необхідно застосовувати шлангові проводи та кабелі. Потрібно стежити за станом проводів в місцях входу в корпус переносного інструменту і в інших місцях, де можливе перетирання і обрив. Провід обов'язково захищаються від механічних пошкоджень.

Відповідно до правил технічної експлуатації потрібно регулярно проводити вимірювання опору ізоляції проводів і електроустаткування [58].

Якщо ж пожежа таки трапилась, потрібно скористатись вогнегасником. Час виходу вогнегасної речовини, як з вуглекислотного так і з порошкового вогнегасника обмежений і становить від 12 до 18 секунд. Тому, слід пам'ятати, що вогнегасник ефективний для гасіння пожежі (вогнища пожежі) в початковій стадії її розвитку, коли площа пожежі і задимлення приміщення незначні.

Для приведення в дію вуглекислотного вогнегасника необхідно:

1. видалити запобіжну чеку;
2. направити сопло на вогнище пожежі;
3. натиснути на важіль або повернути маховик вентиля, при цьому вогнегасна речовина з корпусу по сифонної через розтруб подається на вогнище пожежі.

Пісок застосовують для гасіння невеликих вогнищ пожеж кабелів, проводки і горючих рідин. Повість і азбестове полотно накидають на поверхню, що горить для ізоляції вогнища загоряння і ускладнення доступу повітря.

Вуглекислотні вогнегасники застосовують для гасіння обладнання, що знаходиться під напругою, і ЛЗР. Розтруб направляють на вогнище пожежі і відкривають вентиль. При користуванні вогнегасником треба бути обережним: чи не наближати розтруб до струмоведучих частин і не торкатися його, щоб не відморозити руки .

Застосування пінних вогнегасників допускається тільки на відключеному устаткуванні. Вуглекислотні вогнегасники оглядають 1 раз на місяць. Масу балона з вуглекислотою перевіряють 1 раз в 3 місяці; щоб переконатися у відсутності витоків вуглекислоти через вентиль.

Гасити пожежу водою без зняття напруги не можна (винятки можливі в особливих випадках, за спеціальними інструкціями для пожежних підрозділів).

Після прибуття пожежного підрозділу старший черговий з електротехнічного персоналу інструктує про наявність сусідніх струмоведучих частин, що залишилися під напругою, і видає письмовий дозвіл на гасіння пожежі [59]. На рис. 4.2 зображено загальний вигляд вуглекислотного вогнегасника.



*Рисунок 4.2 – Загальний вигляд вуглекислотного вогнегасника*

## 5 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 5.1 Розрахунок капітальних витрат

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

$$K = C_{уст.} + Z_{м.}, \text{ грн.}, \quad (5.1)$$

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

$Z_{м.}$  – витрати на монтаж, тис. грн.

В табл. 5.1-5.2 представлені розрахунки капітальних затрат та затрат на монтаж.

Таблиця 5.1 – Витрати на матеріал для встановлення вертикального озеленення фасадів

Найменування матеріалу	Ціна за одну одиницю, грн	Одиниці вимірювання	Скільки	Сума затрат
Трос сталевий нержавіючий	33,66	м	900	30294
Талреп закритий (шпилька + шпилька)	12	шт.	188	2256
Контейнер (ящик) для квітів, дерев	2100	шт.	8	16800
Дівочий виноград Енгельмана	30	шт.	16	480
грунт універсальний, упаковка 10 л	18,9	уп.	156	2948,4
Дренаж, упаковка 1 л	9,9	уп.	184	1821,6
Елемент кріплення тросу до фасаду	195,2	шт.	188	36697,6
Анкер + шуруп (комплект)	17,46	шт.	564	9874,44
Загальна сума, грн	101172,04			
Матеріали разового використання 2 %	2023,44			
Необліковані матеріали 5%	5058,6			
Всього, грн	108254,08			

Таблиця 5.2 – Витрати на монтаж

Опис робіт	На висоті	Кількість анкерів	Оплата за монтаж 1 анкеру, грн	Всього, грн
Натягнення тросу, монтаж кріпильних елементів за допомогою анкерів	До 1,3 м	48	50	2400
	Від 1,3 м до 5 м	180	70	12600
	Вище 5 м	336	100	33600
Ціна за оплату монтажу загалом, грн	48600			

Капітальні витрати на впровадження системи вертикального озеленення фасадів:

$$K = 108,3 + 48,6 = 156,8 \text{ тис. грн.}$$

## 5.2 Розрахунок експлуатаційних витрат

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

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

$$Z_{в.м.} = Z_{в.} + Z_{д.} + Z_{м.}, \text{ грн./рік,} \quad (5.2)$$

де  $Z_{в.}$  – витрати на оплату додаткової затрати води, грн./рік;

$Z_{д.}$  – витрати на добрива для рослин, грн. / рік;

$Z_{м.}$  – витрати на утеплюючий матеріал для зимівлі рослин.

$$Z_{в.м.} = 372 + 30 + 1896 = 2298 \text{ грн./рік.}$$

2) Амортизаційні відрахування на обладнання визначаються за формулою:

$$Z_a = K \cdot A_p, \text{ грн./рік}, \quad (5.3)$$

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

$$Z_a = 156854 \cdot 8,33 = 13065 \text{ грн./рік.}$$

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

$$Z_{\text{експл.}} = Z_{\text{в.м.}} + Z_a, \text{ грн./рік.} \quad (5.4)$$

$$Z_{\text{експл.}} = 2298 + 13065 = 15363 \text{ грн./рік.}$$

В табл. 5.3 наведені експлуатаційні витрати необхідного матеріалу.

Таблиця 5.3 – Витрати на експлуатаційні матеріали вертикального озеленення фасадів

Найменування матеріалу	Ціна за одну одиницю, грн	Одиниці вимірювання	Скільки	Сума затрат
Повітряно-бульбашкова плівка	6,5	шт.	24	156
Мішківина джутова, 1м	24,5	м	24	588
Теплична нитка	16	м	72	1152
Азотно-фосфорно-калійне добриво, в упаковці 1 кг	30	уп.	1	30
Вода для поливу 8 контейнерів протягом року	12,94	м <sup>3</sup>	28,768	372,26
Всього, грн	2298,26			

### 5.3 Розрахунок економічного ефекту від запропонованого рішення

Економічний ефект від запропонованого рішення виникне в тому випадку, якщо щорічна сума економії від встановлення вертикального озеленення фасадів буде більшою, ніж щорічні витрати на реалізацію проекту.

Очікуваний економічний ефект від запропонованого рішення розраховується за формулою:

$$E = E_{\text{конд}} - Z_{\text{експл.}}, \quad (5.5)$$

де  $E_{\text{конд}}$  – економія від встановлення вертикального озеленення, яке дозволить вимикати кондиціонери на 3 поверхах будівлі, грн./рік;

$Z_{\text{експл.}}$  – сума експлуатаційних витрат на утримання обраного устаткування, грн./рік.

В табл. 5.4 наведені результати розрахунків економії коштів після впровадження нетрадиційного виду озеленення.

Таблиця 5.4 – Економія від впровадження вертикального озеленення

Найменування	Значення	
	до впровадження вертикального озеленення	після впровадження вертикального озеленення
Загальна кількість працюючих кондиціонерів при умові що на 1 поверх приходить 7 одиниць	98	77
Потужність одного кондиціонера, кВт/год	1	
За день при роботі з 08.00-16.00, кВт/год	784	616
За тиждень	3920	3080
Витрати електроенергії за 5 місяців (20 тижнів) теплого періоду року, при умові користування кондиціонерами з Пн по Пт	78400	61600
Тариф на електроенергію, коп/кВт·год	197,62	
Оплата за користування кондиціонером протягом теплого періоду року, грн	154934	121734

Найменування	Значення	
	до впровадження вертикального озеленення	після впровадження вертикального озеленення
Економія коштів після впровадження вертикального озеленення фасадів, грн/рік	33200	
Економія коштів після впровадження вертикального озеленення фасадів, %	21,4	

Примітка. Тарифи на електроенергію ПАТ «ДТЕК ДНІПРООБЛЕНЕРГО» для юридичних осіб на грудень 2017 р.

Очікуваний економічний ефект від запропонованого рішення:

$$E = 33200 - 15363 = 17837 \text{ грн./рік.}$$

#### 5.4 Розрахунок терміну окупності

Термін окупності проекту дорівнює відношенню капітальних витрат на проект до суми економічного ефекту:

$$T = \frac{K}{E}, \text{ роки} \quad (5.6)$$

де  $K$  – капітальні витрати, грн.;

$E$  – очікуваний економічний ефект від запропонованого рішення, грн./рік [60].

$$T = \frac{156854}{17837} = 8,8 \text{ років.}$$

Можна зробити висновок, що при впровадженні технології вертикального озеленення університет зможе заощадити на економії електроенергії, оскільки малокомфортні умови мікроклімату будуть наближені до санітарних, звідси зникає необхідність у користуванні кондиціонером. Економічний ефект від

запропонованого рішення складає 17837 грн./рік. Термін окупності майже 9 років.

Вважаю, система вертикального озеленення фасадів розрахована на тривалий термін роботи. В подальшому витрати на обслуговування системи будуть оптимізовані за рахунок роботи садівника університету, оскільки дана система не потребує залучення додаткового персоналу.



## ВИСНОВКИ

1. Оцінено негативний вплив автотранспорту на навколишнє середовище і виявлено, що від акустичного забруднення страждають не тільки люди, а й представники флори і фауни, що потрапляють під його вплив.

2. Дослідили добову динаміку інтенсивності руху автотранспорту на типовому перехресті м. Дніпро (перехрестя вул. О.Гончара та Шевченка) і встановили, що загальна кількість автомобілів за добу становить 12709, згідно ГОСТ – 17.2.2.03-87 це відповідає середній інтенсивності руху автотранспорту.

3. Дослідили рівень акустичного забруднення на досліджуваному перехресті у залежності від інтенсивності руху автотранспорту: у години «пік» середній рівень шуму склав 78,4 дБА, що перевищує допустимий рівень (70 дБА) на 8,4 дБА, тобто на 12 %, та у години найменшої інтенсивності руху транспорту протягом робочого часу спостерігався середній рівень шуму 76,5 дБА, що перевищує норму на 6,5 дБА, тобто на 9%.

4. Встановили рівень шуму від автотранспорту, що відбивається поверхнею будівель та споруд на досліджуваному перехресті у години «пік», становить 73,0 дБА, а у години найменшої інтенсивності руху автотранспорту (у робочий час) становить 71,6 дБА, тобто поверхні будівель та споруд поглинають близько 7 % звукових хвиль (08.00-09.00), та лише 6,4 % (15.00-16.00), що вочевидь недостатньо для досягнення нормативних значень.

5. Оцінили рівень забруднення атмосферного повітря оксидом вуглецю у залежності від інтенсивності руху автотранспорту та метеорологічних умов. Концентрація оксиду вуглецю з 08.00-09.00 при інтенсивності руху автотранспорту 882 автомобілі на годину становить  $32,09 \text{ мг/м}^3$ , а максимальне перевищення концентрації спостерігається з 05.00-06.00 –  $36,84 \text{ мг/м}^3$  при інтенсивності руху 648 автомобілів на годину. Хоча інтенсивність руху автотранспорту з 05.00-06.00 менша ніж з 08.00-09.00, проте метеорологічні умови змінюються, а разом з тим змінюється і концентрація оксиду вуглецю.

Також виділили ще одне пікове значення в другій половині дня з 18.00-

19.00 – 21,87 мг/м<sup>3</sup>, інтенсивність автотранспорту приблизно дорівнює інтенсивності автотранспорту з 08.00-09.00, але метеорологічні умови інші. А з 15.00-16.00 концентрація оксиду вуглецю становить 17,45 мг/м<sup>3</sup> при низькій інтенсивності руху автотранспорту протягом робочого дня – 666 автомобілів на годину. В нічний час, при низькій інтенсивності руху автотранспорту загалом, концентрація СО знаходиться на межі ГДК з 23.00-24.00 і становить 5,41 мг/м<sup>3</sup> інтенсивність руху автотранспорту в цей час складає 64 автомобілі на годину.

6. Обґрунтовано вибір системи вертикального озеленення фасаду будівлі сьомого корпусу ДВНЗ «НГУ» та запропоновано архітектурні та конструктивні рішення об'єктів вертикального озеленення. Висоти системи вертикального озеленення фасадів в три поверхи достатньо щоб знизити основний рівень шуму та концентрацію оксиду вуглецю. Шумозахисні екрани при їх встановленні загороджуватимуть загальний огляд на автошлях, цього, в умовах тісної міської забудови, слід уникати. Також на досліджуваному перехресті не має можливості посадити широкую лісозахисну смугу, оскільки матиме місце перешкоджання руху пішоходів по тротуару і обмежуватиметься доступ до 7 корпусу ДВНЗ НГУ загалом.

7. Розрахували очікуваний рівень зниження акустичного забруднення, концентрації СО у повітрі на перехресті та температури повітря у приміщенні корпусу після впровадження вертикального озеленення на фасаді. Очікуване зменшення по всім показникам складає 20 %. Концентрація СО у повітрі на перехресті в середньому за добу складає 18,99 мг/м<sup>3</sup>, після впровадження вертикального озеленення ця цифра складатиме 15,19 мг/м<sup>3</sup>. Температура в приміщенні з 30 °С знизиться до 24 °С. А відбитий рівень шуму на перехресті з 72,29 дБА знизиться до 57,83 дБА, що відповідатиме нормі в 70 дБА.

8. Встановили, що при впровадженні технології вертикального озеленення університет зможе заощадити на економії електроенергії, оскільки малокомфортні умови мікроклімату будуть наближені до санітарних, звідси зникає необхідність у користуванні кондиціонером. Економічний ефект від запропонованого рішення складає 17837 грн./рік.

**ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ**

1. Навчально-методичне забезпечення дисципліни «Транспортне право» / Упоряд.: С.В. Кострюков; М-во освіти і науки України; Нац. гірн. ун-т. – Д.: НГУ, 2014. – 200 с.
2. Історія автомобільного транспорту України (Електронний ресурс) – Режим доступу до ресурсу: URL: <http://archive.li/2Mnfx#selection-383.0-383.207>. – Загол. з екрану.
3. Яцківський Л.Ю., Зеркалов Д.В. Загальний курс транспорту. Навчальний посібник. – Кн.1. – К.: Арістей, 2007. – 544 с.
4. Автомобільний транспорт світу: регіональні особливості та еколого-економічні перспективи розвитку (Електронний ресурс) – Режим доступу до ресурсу: URL: <http://assiolo.ru/r95/file256357.html>. – Загол. з екрану.
5. Венжега В. Особливості утилізації автомобілів відповідно до Закону України «Про утилізацію транспортних засобів» / В. Венжега, А. Рудик, Г. Пасов // Технічні науки та технології. – 2016. – № 3 (5). – С. 51-57.
6. Сучасні джерела антропогенного забруднення атмосфери / Землянська О.В., Мельничук Г.С., Гусар Т.В.: Проблеми охорони праці, промислової та цивільної безпеки: Збірник матеріалів Шостої науково-методичної конференції (з участю студентів), м.Київ, 10-11 листопада 2011 р. – К.: НТУУ – КПІ, 2011. – С. 36-39.
7. Приміський І.В. Нормування викидів відпрацьованих газів автомобілів та перехід до стандартів євро [Текст] / Приміський І.В. // Восточно-европейский журнал передовых технологий . – 2014. – Том 4 №11 (70). – С. 43-49.
8. Автомобіль. Екологія. Суспільство (Електронний ресурс) – Режим доступу до ресурсу: URL: [https://dt.ua/SCIENCE/avtomobil\\_ekologiya\\_suspilstvo.html](https://dt.ua/SCIENCE/avtomobil_ekologiya_suspilstvo.html). – Загол. з екрану.
9. Кучерявий В.П. Екологія. – Львів: Світ, 2001 – 500 с: іл.

10. Тема 5. Забруднення довкілля транспортними засобами (Електронний ресурс) – Режим доступу до ресурсу: URL: [http://lubbook.org/book\\_315.html](http://lubbook.org/book_315.html) – Загол. з екрану.

11. Евронормы для легковых автомобилей (г/км) (Електронний ресурс) – Режим доступу до ресурсу: <http://www.autoopt.ru/articles/products/3458895/>. – Загол. з екрану.

12. Экологические нормы «Евро» для автомобилей (Електронний ресурс) – Режим доступу до ресурсу: URL: <http://metrology.com.ua/novosti/431-ekologicheskie-normy-evro-dlya-avtomobilej>. – Загол. з екрану.

13. ДСТУ 4276:2004. Система стандартів у галузі охорони навколишнього природного середовища та раціонального використання ресурсів. Атмосфера. Норми і методи вимірювань димності у відпрацьованих газах автомобілів з дизелями або газодизелями; Введ. 31.01.04 – Київ: Держспоживстандарт України, 2004. – 8 с.

14. ДСТУ 4277:2004. Система стандартів у галузі охорони навколишнього природного середовища та раціонального використання ресурсів. Атмосфера. Норми і методи вимірювань вмісту оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів х двигунами, що працюють на бензині або газовому паливі; Введ. 31.01.04 – Київ: Держспоживстандарт України, 2004. – 8 с.

15. Оцінка дії автотранспортних потоків на акустичне середовище міської території (на прикладі міста Кіровограда) (Електронний ресурс) – Режим доступу до ресурсу: URL:<http://mariea.kntu.kr.ua/pdf/26/15.pdf>. – Загол. з екрану.

16. Шейкіна Ю.О., Мислюк О.О. Акустичне забруднення селітебного середовища міста від транспортних потоків // Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського. – Вип. 5/2007 (46). Частина 1. – Кременчук: Кременчуцький державний політехнічний університет імені Михайла Остроградського, 2007. – С. 144-147.

17. Вплив шуму автомобільного транспорту на стан екології та методи зниження їх показників Марія Пукало, Арсен Наконечний, Кемал Ідрісов:

Матеріали I науково-практичної онлайн- конференції / Відп. ред. канд. філос. наук М. Брегін. – Львів: 2016. – С.32-38.

18. Шкала вимірювання шуму(Електронний ресурс) – Режим доступу до ресурсу: URL: <http://ktef.pu.if.ua/index.php/en/56-shkala-vymiriuvannia-shumu>. – Загол. з екрану.

19. Картографування шумового режиму центральної частини міста Харкова: монографія / В. Е. Абракітов; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. Х.: ХНАМГ, 2010. – 266 с.

20. Гілета Л. Інтегроване поширення акустичного навантаження й виділення акустичних геосистем в урбогеосистемі Львова [Текст] / Любов Гілета // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Географія. – 2012. – Вип. 1 (31). – С. 199-204.

21. Безпека життєдіяльності (Електронний ресурс) – Режим доступу до ресурсу: URL: <http://lifesafetynoise.blogspot.com>. – Загол. з екрану.

22. Шумове забруднення (Електронний ресурс) – Режим доступу до ресурсу: URL: [http://pidruchniki.com/12920522/ekologiya/shumove\\_zabrudnennya](http://pidruchniki.com/12920522/ekologiya/shumove_zabrudnennya). – Загол. з екрану.

23. Нейтралізація шуму в автомобілі (Електронний ресурс) – Режим доступу до ресурсу: URL: <http://evrogaz.autokharkov.com.ua/articles/22.html?type=7>. – Загол. з екрану.

24. Шумове забруднення міст (Електронний ресурс) – Режим доступу до ресурсу: URL: [inmad.vntu.edu.ua/portal/static/56D85769-01BA-44FA-A0D9-22790ABB6A74.docx](http://inmad.vntu.edu.ua/portal/static/56D85769-01BA-44FA-A0D9-22790ABB6A74.docx). – Загол. з екрану.

25. ГОСТ 20444-2014. Шум Транспортные потоки. Методы определения шумовой характеристики. – М.: Стандартинформ, 2015. – 24 с.

26. ГОСТ 31296.2-2006 (ИСО 1996-2:2007) Шум. Описание, измерение и оценка шума на местности. Часть 2. Определение уровней звукового давления (с Поправкой). – М.: Стандартинформ, 2008. – 51 с.

27. ГОСТ 23337-2014. Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий. – М.: Стандартиформ, 2015. – 18 с.

28. ГОСТ 17187-2010. Шумомери. Часть 1. Технические требования – М.: Стандартиформ, 2012. – 56 с.

29. Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальностей 101 «Екологія», 183 «Технології захисту навколишнього середовища» / О.О. Борисовська, О.В. Деменко, А.В. Павличенко. – Дніпро: Національний гірничий університет, 2017. – 48 с.

30. Коваленко Л.О. Визначення рівнів шуму на магістралях та вулицях міста / Л.О. Коваленко // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». – 2014. – Вип. №46. – С. 252-256.

31. Практикум з екології : навч. посіб. [для студ. ВНЗ] туристичної галузі / укл. М.Я. Бомба, Н.Є. Паньків, Н.М. Шувар. – Львів : Вид-во ЛІЕТ, 2015. – 132 с.

32. Прогноз погоди (Електронний ресурс) – Режим доступу до ресурсу: <https://www.gismeteo.ua/weather-dnipro-5077/>. – Загол. з екрану.

33. Екологічний паспорт м. Дніпро – Дніпро, 2016. – 64 с.

34. ГОСТ 17.2.2.03-87 Охрана природы (ССОП). Атмосфера. Нормы и методы измерений содержания окиси углерода и углеводородов в отработавших газах автомобилей с бензиновыми двигателями. Требования безопасности (С Изменением N 1) – М.: Издательство стандартов, 1991. – 10 с.

35. Посыпайко, В.И.; Васина, Н.А. Аналитическая химия и технический анализ. Учеб. Пособие для вузов. – М.: Высш. Школа, 1979. – 384 с., ил.

36. Шаройко О.В. Дослідження шумового забруднення міського середовища [Текст] /О.В. Шаройко, О.О. Борисовська // Молодь: наука та інновації: Матеріали V-ї Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих учених (Дніпро, 28-29 листопада 2017 року). – Д.: Державний ВНЗ “НГУ”, 2017. – Т. 10. – С. 2-3.

37. Улица Олеся Гончара маршруты (Електронний ресурс) – Режим доступу до ресурсу: <http://mtaxi.dp.ua/street-1400/улица-Олеся-Гончара>. – Загол. з екрану.

38. Добова динаміка забруднення міського атмосферного повітря викидами автотранспорту / Борисовська О.О., Шаройко О.В. // Збірник статей учасників чотирнадцятої всеукраїнської практично-пізнавальної інтернет-конференції «Наукова думка сучасності і майбутнього», (28 жовтня – 6 листопада 2017р.). – Видавництво НМ. – Дніпро, 2017. – С.132-134.

39. ДБН В.1.1-31:2013 Захист територій, будинків і споруд від шуму. Затверджено: наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 27.12.2013 № 630 чинний з 01.06.2014. – 85 с.

40. Зменшення шуму автомобілів (Електронний ресурс) – Режим доступу до ресурсу: URL: <https://studopedia.org/5-74483.html>. – Загол. з екрану.

41. Влияние выхлопных газов на здоровье человека (Електронний ресурс) – Режим доступу до ресурсу: URL: <http://www.greensalvation.org/index.php?page=influenceavtozv>. – Загол. з екрану.

42. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами) (Електронний ресурс) – Режим доступу до ресурсу: URL: <http://uazakon.com/big/text1359/pg2.htm>. – Загол. з екрану.

43. Стандарт «Евро-6» (Електронний ресурс) – Режим доступу до ресурсу: URL: <http://euro-6.ru/>. – Загол. з екрану.

44. Значение растений в городе (Електронний ресурс) – Режим доступу до ресурсу: URL: [http://studbooks.net/1239491/ekologiya/znachenie\\_rasteniy\\_gorode](http://studbooks.net/1239491/ekologiya/znachenie_rasteniy_gorode). – Загол. з екрану.

45. Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища (Електронний ресурс) – Режим доступу до ресурсу: URL: [http://pidruchniki.com/80345/ekologiya/oksid\\_vugletsyu](http://pidruchniki.com/80345/ekologiya/oksid_vugletsyu). – Загол. з екрану.

46. История вертикального озеленения Украины (Электронный ресурс) – Режим доступа до ресурсу: URL: [http://greenwall.su/history\\_of\\_vertical\\_gardening/](http://greenwall.su/history_of_vertical_gardening/). – Загол. з екрану.

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

48. Изобретение зелёных стен Москвы (Электронный ресурс) – Режим доступа до ресурсу: URL: <https://cybergrow.ru/izobretenie-zelenyh-sten/>. – Загол. з екрану.

49. Вертикальне озеленення на дачній ділянці (Електронний ресурс) – Режим доступа до ресурсу: URL: <http://roloftuakin.ru/viroshhuvannja-i-dogljad/1070-vertikalne-ozelenennja-na-dachnij-diljanci.html>. – Загол. з екрану.

50. Додаток 1. Каталог інвестиційних проєктів міста Хмельницького (Електронний ресурс) – Режим доступа до ресурсу: URL: <http://khmelnysky.com/pdf/zagalnuy/%D0%94%D0%BE%D0%B4%D0%B0%D1%82%D0%BE%D0%BA%201.pdf>. – Загол. з екрану.

51. Вертикальне озеленення, його різновиди на об'єктах різного функціонального призначення (Електронний ресурс) – Режим доступа до ресурсу: URL: <https://studfiles.net/preview/3540671/page:9/>. – Загол. з екрану.

52. Виноград дівочий Енгельмана / Партеноциссус (Електронний ресурс) – Режим доступа до ресурсу: URL: <http://proxima.net.ua/vinograd-devichij-pjatilistochkovij-jengelmana-partenocissus-parthenocissus-quinquefolia-varieties-engelmannii.html>. – Загол. з екрану.

53. Как красиво и правильно укрыть растения зимой на балконе (Електронний ресурс) – Режим доступа до ресурсу: URL: <http://zdeskrasivo.ru/idei-dlya-balkona/sad-na-balkone/kak-ukryt-rasteniya-zimoj>. – Загол. з екрану.



54. 365 золотых правил садовода на каждый день года / Траннуа П. Ф. – М.: Эксмо, 2012. – 384 с.

55. Растения и микроэкология жилья (Электронный ресурс) – Режим доступа до ресурсу: URL: <http://www.ecospace.ru/ecology/science/plants/>. – Загол. з екрану.

56. Порівняльні характеристики систем вертикального озеленення (Електронний ресурс) – Режим доступу до ресурсу: URL: <http://vin-st.com/ghivie-steni/sravnitelnie-harakteristici-vertikalnogo-ozelenenia/>. – Загол. з екрану.

57. Інструкція з охорони праці при виконанні робіт на висоті (Електронний ресурс) – Режим доступу до ресурсу: URL: <http://leg.co.ua/instrukcii/ohrana-truda/instrukciya-z-ohoroni-praci-pri-vikonanni-robit-na-visoti.html>. – Загол. з екрану.

58. Інструкція з охорони праці при роботах електроінструментом (Електронний ресурс) – Режим доступу до ресурсу: URL: [http://www.ohoronapraci.teplovod.dp.ua/index.php?option=com\\_content&view=article&id=91&Itemid=90](http://www.ohoronapraci.teplovod.dp.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=91&Itemid=90). – Загол. з екрану.

59. Средства пожаротушения, противопожарное оборудование и инвентарь, порядок их использования во время пожара (Електронний ресурс) – Режим доступу до ресурсу: URL: [http://www.mchs.gov.ru/dop/info/smi/news/Regionalnie\\_novosti/item/2708734](http://www.mchs.gov.ru/dop/info/smi/news/Regionalnie_novosti/item/2708734). – Загол. з екрану.

60. Дипломна робота магістра. Методичні рекомендації для студентів спеціальності 8.04010601 «Екологія та охорона навколишнього середовища» / А.І. Горова, Є.Б. Устименко, В.Є. Колесник, А.В. Павличенко, С.М. Лисицька, О.О. Борисовська, А.А. Юрченко, О.В. Деменко; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Д.: НГУ, 2014. – 39 с.