

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ
КАФЕДРА МІСЬКОГО БУДІВНИЦТВА І ГОСПОДАРСТВА
(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота

другий (магістерський)
(рівень вищої освіти)

на тему «Вплив функціонування мережі автомобільних доріг України на природне середовище»

Виконав: студент 2 курсу, групи БУД 18-5мді
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
(код і назва спеціальності)
освітньої програми «Міське будівництво та господарство»
(код і назва освітньої програми)

Ходер Басель Джаміль
(ініціали та прізвище)

Керівник доц., к.т.н. Банах А.В.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент доц., к.т.н. Фостащенко О.М.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя
2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Будівництва та цивільної інженерії
Кафедра Міського будівництва і господарства
Рівень вищої освіти другий рівень (магістерський)
Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
(код та назва)
Освітня програма Міське будівництво та господарство
(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри А.В. Банах
«08» вересня 2020 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ/ПРОЕКТ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Ходер Басель Джаміль
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проекту) «Вплив функціонування мережі автомобільних доріг України на природне середовище»

керівник роботи Банах Андрій Вікторович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвержені наказом ЗНУ від «10» вересня 2019 року № 1542-с

2 Строк подання студентом роботи 08.01.2020

3 Вихідні дані до роботи Актуальність обраного напрямку досліджень, значимість у сучасному житті, можливості розв'язання проблематики, перспективи впровадження майбутніх досягнень, мета роботи, завдання до виконання обраних досліджень, об'єкт досліджень, предмет досліджень, передбачувані методи виконання досліджень

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) проаналізувати та узагальнити методичні підходи спрямовані на підвищення надійності функціонування автомобільних доріг; проаналізувати нормативну базу та результати досліджень показників функціонування автомобільної дороги та складу транспортного потоку; навести залежність інтегрованого і параметричного забруднення від параметрів транспортного потоку та навколишнього середовища; навести приклади впровадження інженерних конструкцій для захисту сільбищних територій від інтегрованого та параметричного забруднення.

АНОТАЦІЯ

Ходер Басель Джаміль. Вплив функціонування мережі автомобільних доріг України на природне середовище.

Кваліфікаційна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 - Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник А. В. Банах. Факультет будівництва та цивільної інженерії, кафедра міського будівництва та господарства, 2020.

Досліджені та узагальнені методичні підходи спрямовані на підвищення надійності функціонування автомобільних доріг. Наведені залежності інгредієнтного і параметричного забруднення від параметрів транспортного потоку та навколишнього середовища.

Наведені приклади впровадження інженерних конструкцій для захисту сельбищних територій від інгредієнтного та параметричного забруднення.

Ключові слова: ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ, ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ, ПАРАМЕТРИ ІНЖЕНЕРНИХ КОНСТРУКЦІЙ ДЛЯ ЗАХИСТУ СЕЛЬБИЩНИХ ТЕРИТОРІЙ, ІНГРЕДІЄНТНЕ ТА ПАРАМЕТРИЧНЕ ЗАБРУДНЕННЯ, ТРАНСПОРТНИЙ ПОТІК.

ABSTRACT









Hader Basel Jamil. The impact of the functioning of the network of Ukrainian roads on the natural environment.

Qualification work for obtaining a higher education master's degree in specialty 192 - Construction and civil engineering, supervisor A.V. Banakh. Faculty of Civil Engineering and Civil Engineering, Department of Urban Construction and Economics, 2020.

Investigated and summarized methodological approaches aimed at improving the reliability of the functioning of roads. The dependence of ingredient and parametric pollution on the parameters of the traffic flow and the environment is given.

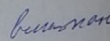
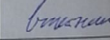
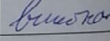
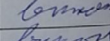
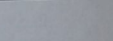
5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Від восьми графічних аркушів із результатами аналітичних обґрунтувань наукового напрямку досліджень, результатами експериментальних досліджень, доказами оптимальності запропонованих методик, результатами числових розрахунків із застосуванням сучасних інформаційних методів досліджень

6 Консультанти розділів роботи

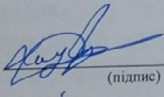
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Банах А.В., доцент		
2	Банах А.В., доцент		
3	Банах А.В., доцент		
4	Банах А.В., доцент		

4 Дата видачі завдання 03.09.2019

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

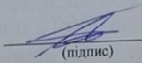
№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Розділ 1 Оцінка впливу автомобільної дороги на природне середовище	20 жовтня	
2.	Розділ 2 Аналіз факторів, що впливають на рівні забруднення навколишнього середовища	15 листопада	
3.	Розділ 3 Конструкції для захисту сельбищної території	10 грудня	
4.	Розділ 4 Охорона праці та техногенна безпека у будівництві	25 грудня	
	Попередній захист	8 січня	

Студент


(підпис)

Ходер Басель Джаміль
(ініціали та прізвище)

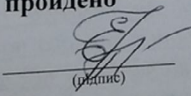
Керівник роботи (проекту)


(підпис)

Банах А.В.
(ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер


(підпис)

Фостащенко О.М.
(ініціали та прізвище)

Examples of the introduction of engineering structures to protect residential areas from ingredient and parametric pollution are given.

Keywords: FUNCTIONING OF THE ROAD, NATURAL ENVIRONMENT, PARAMETERS OF ENGINEERING DESIGNS FOR PROTECTION OF AGRICULTURAL TERRITORIES, INGREDIENT AND PARAMETRIC POLLUTION, TRANSPORT FLOW

АНОТАЦІЯ

Ходер Басель Джамиль. Влияние функционирования сети автомобильных дорог Украины на природную среду.

Квалификационная работа для получения степени высшего образования магистра по специальности 192 - Строительство и гражданская инженерия, научный руководитель А. В. Банах. Факультет строительства и гражданской инженерии, кафедра городского строительства и хозяйства, 2020.

Исследованы и обобщены методические подходы направлены на повышение надежности функционирования автомобильных дорог. Приведена зависимость ингредиентного и параметрического загрязнения от параметров транспортного потока и окружающей среды.

Приведены примеры внедрения инженерных конструкций для защиты селитебных территорий от ингредиентного и параметрического загрязнения.

Ключевые слова: ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ, ПРИРОДНАЯ СРЕДА, ПАРАМЕТРЫ ИНЖЕНЕРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ЗАЩИТЫ СЕЛЬБИЩНЫХ ТЕРИТОРИЙ, ИНГРЕДИЕНТНОЕ И ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ, ТРАНСПОРТНЫЙ ПОТОК

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 ОЦІНКА ВПЛИВУ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ НА ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ	9
1.1 Вплив автомобільного транспорту на навколишнє середовище	9
1.2 Аналіз та оцінка впливу автомобільної дороги на навколишнє середовище	16
1.3 Забруднення повітряного середовища	18
1.4 Параметричне забруднення зони впливу автомобільної дороги	21
1.5 Зниження рівнів шуму смугами зелених насаджень	27
РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА РІВНІ ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА... ..	30
2.1 Гранично допустимі обсяги викидів шкідливих речовин у відпрацьованих газах автотранспортних засобів	30
2.2 Фактори, що впливають на ступінь забруднення придорожного простору населених пунктів	33
2.3 Фактори, що впливають на ступінь акустичного забруднення транспортними потоками навколишнього середовища	35
2.4 Дослідження акустичного забруднення	42
РОЗДІЛ 3 КОНСТРУКЦІЙ ДЛЯ ЗАХИСТУ СЕЛЬБИЩНОЇ ТЕРИТОРІЇ ВІД ІНГРЕДІЄНТНОГО ТА ПАРАМЕТРИЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ....	44
3.1 Конструкції захисних екранів	44
3.2 Конструкції захисних інженерних споруд	56
3.3 Оцінка ефективності захисного екрану	61
3.4 Оцінка небезпеки виникнення аварійної ситуації на ділянках автомобільних доріг, що обладнані захисними інженерними спорудами	64
3.5 Зниження рівнів шуму смугами зелених насаджень	67
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА	71
ВИСНОВКИ	88
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	89

ВСТУП

Актуальність проблеми. Сучасні умови життєдіяльності людини в мегаполісі характеризуються збільшенням впливу шкідливих факторів зовнішнього середовища, які утворюються в зоні впливу автомобільної дороги. Це негативно позначається на стані здоров'я мешканців, підвищує загальний рівень захворюваності та погіршує якість життя в цілому.

В теперішній час спостерігається стійка тенденція до збільшення кількості транспортних засобів, які рухаються по вулицях міст України. Збільшення рівня автомобілізації викликає підвищення шкідливого впливу автомобільної дороги на навколишнє середовище. Сумарне екологічне забруднення, яке здійснюється колісними транспортними засобами, в загальному вигляді формується інгредієнтним забрудненням повітря, що утворюється з викидів відпрацьованих газів автотранспортних засобів, а також параметричним (віброакустичним) забрудненням, що полягає в акустичному випромінюванні на приміагістральну територію.

Виходячи з вищевикладеного, актуальність роботи пов'язана з необхідністю зниження шкідливого впливу автомобільних доріг на приміагістральну територію, з метою зниження екологічного навантаження на зону житлової забудови, захисту здоров'я її мешканців та підвищення рівня життя в цілому.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Випускна робота виконана відповідно з планами науково-дослідних робіт кафедри міського будівництва та господарства Запорізького національного університету. В основу роботи покладено теоретичні дослідження та практичні розробки інженерних конструкцій для захисту сельбищних територій.

Метою роботи є методи визначення забруднення автомобільних доріг з обґрунтуванням геометричних параметрів інженерних конструкцій для захисту сельбищних територій.

Для досягнення поставленої мети в роботі передбачене рішення наступних задач:

- проаналізувати та узагальнити методичні підходи спрямовані на підвищення надійності функціонування автомобільних доріг;
- проаналізувати нормативну базу та результати досліджень показників функціонування автомобільної дороги та складу транспортного потоку;
- навести залежність інгредієнтного і параметричного забруднення від параметрів транспортного потоку та навколишнього середовища;
- навести приклади впровадження інженерних конструкцій для захисту сельбищних територій від інгредієнтного та параметричного забруднення.

Об'єкт дослідження – система – мережа автомобільна доріг – транспортний потік – навколишнє середовище.

Предмет дослідження – інженерні конструкції для захисту сельбищних територій від інгредієнтного та параметричного забруднення.

Методи дослідження. В процесі опрацювання роботи застосовано метод аналізу та узагальнення; теоретичних досліджень, заснованими на сучасних досягненнях в області теорії та практики підвищення надійності конструкцій автомобільних доріг згідно сучасних нормативних документів; визначено залежність рівнів шуму на приміагістральній території від інтенсивності руху автотранспортних засобів в потоці та його якісного складу.

Джерела дослідження. Під час дослідження теми були використані наукові статті в періодичних виданнях, монографії, дисертаційні рукописи, збірки тез доповідей науково-практичних конференцій, інтернет-ресурси наукових електронних бібліотек.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в наступному:

- досліджені та узагальнені методичні підходи спрямовані на підвищення надійності функціонування автомобільних доріг;
- проаналізувана нормативна база та результати досліджень показників функціонування автомобільної дороги та складу транспортного потоку;

- наведені залежності інгредієнтного і параметричного забруднення від параметрів транспортного потоку та навколишнього середовища;
- наведені приклади впровадження інженерних конструкцій для захисту сельбищних територій від інгредієнтного та параметричного забруднення.

Практичне значення одержаних результатів:

- обґрунтуванні параметрів інженерних конструкцій для захисту сельбищних територій від інгредієнтного та параметричного забруднення;
- обґрунтуванні вимог до захисних конструкцій з урахуванням психофізіології водіїв та естетичних критеріїв.
- розроблені вимоги до конструкційних та естетичних характеристик захисних споруд.

Особистий внесок автора. Наведені методичні підходи спрямовані на підвищення надійності функціонування автомобільних доріг, обґрунтуванні параметрів інженерних конструкцій для захисту сельбищних територій від інгредієнтного та параметричного забруднення.

Відомості про апробацію результатів роботи. Апробація роботи – за результатами досліджень опубліковано тези доповіді на XXIV науково-технічної конференції студентів, магістрантів, аспірантів, молодих вчених та викладачів ІІ ЗНУ, Запоріжжя, 26-29 листопада 2019 р. Запоріжжя: ІІ ЗНУ, 2019. Том ІІ. С. 15.

Відомості про публікації здобувача. Вплив функціонування мережі автомобільних доріг України на природне середовище – тези доповіді на XXIV науково-технічної конференції студентів, магістрантів, аспірантів, молодих вчених та викладачів ІІ ЗНУ, Запоріжжя, 26-29 листопада 2019 р. Запоріжжя: ІІ ЗНУ.

Структура та обсяг магістерської роботи. Робота складається з вступу, чотирьох основних розділів, висновків, списку використаних джерел. Робота викладена на 96 сторінках, 10 таблиць, 14 рисунків. Для написання даної роботи використано 78 літературних джерела.

РОЗДІЛ 1

ОЦІНКА ВПЛИВУ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ НА ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

1.1 Вплив автомобільного транспорту на навколишнє середовище

Екологічна ситуація в державі є вкрай складною, навантаження на навколишнє природне середовище зростає. Забруднення і виснаження земельних ресурсів продовжує загрожувати здоров'ю населення, екологічній безпеці та економічній стабільності держави. Питанням впливу автомобільних доріг на довкілля в розрізі впливу автотранспорту та дорожнього будівництва присвячені наукові розробки В. Бойчука, Ф. Гончаренка, І. Євгенєва, Д. Прусенка, В. Скорченка, А. Славуцького, Н. Солєнікова, Н. Орнатського, Я. Хомяка та ін.

Огляд літератури з цієї тематики показує, що автори окремо не виділяють впливу негативних факторів розвитку дорожньої мережі на земельний фонд та на грошову оцінку земельних ділянок, що важливо в ринкових умовах.

Автомобілізація приносить людям найрізноманітніші блага, водночас її розвиток супроводжується вкрай негативними явищами. Автомобільні дороги стали місцем загибелі та каліцтва мільйонів людей, транспортні засоби є одними з найактивніших забруднювачів атмосферного повітря, води та ґрунтів, шумового та вібраційного забруднення. Дорожня мережа проходить через цінні сільськогосподарські землі, від шкідливого впливу автомобільного транспорту страждає тваринний та рослинний світ.

Будівництво нових та реконструкція існуючих автомагістралей негативно впливає на навколишнє природне середовище, зокрема на земельний фонд, через руйнування природного ландшафту, дорожній пил, важкі складові відпрацьованих газів автомобілів, продукти зносу самих транспортних засобів, акустичний шум тощо. Тому питання виникнення чинників негативного впливу на земельні ресурси та зони їх розповсюдження при будівництві нових та реконструкції існуючих автомобільних доріг вимагає детальнішого вивчення.

Результати взаємодії автомобільної дороги з довкіллям залежать від інтенсивності руху, характеристики транспортних засобів, розташування та розмірів дороги, її транспортно-експлуатаційних якостей і системи експлуатації. Автомагістраль в екологічному аспекті розглядається не тільки як інженерна споруда, а як витягнуте в лінію підприємство, яке виконує транспортну роботу і взаємодіє з довкіллям.

Вплив автомобільних доріг і автотранспорту, що рухається ними, на навколишнє середовище виявляється у складній взаємодії чинників, які можна розділити на дві групи: дорожні та транспортні.

До дорожніх чинників належать:

- відведення під будівництво автомобільної дороги земельних угідь;
- порушення єдності й цілісності природного комплексу;
- зміна природних комплексів і рельєфу місцевості протягом будівництва.

До транспортних чинників належать:

- шум і загазованість повітря, що виникають внаслідок руху автомобільного транспорту;
- забруднення прилеглої до дороги смуги шкідливими речовинами, що містяться в відпрацьованих газах автомобілів.

Автомобільна дорога порушує існуючі в природі основні баланси: біологічний; водний; гравітаційний; радіаційний [2].

Наведемо схему впливу автомобільних доріг на довкілля (рис. 1.1).

Рисунок 1.1 - Схема впливу автомобільних доріг на навколишнє середовище



Одним з негативних наслідків автомобілізації є транспортний шум, який не менш шкідливий, ніж забруднення повітря чи води. Ця проблема насамперед виникає на дорогах, що перетинають житлову забудову,

проходять поблизу лікарень, санаторіїв, будинків відпочинку, на курортних, паркових дорогах і швидкісних дорогах великих міст. Рівень шумового впливу транспорту на довкілля визначають за наявності в зоні впливу дороги сельбищних і промислових територій населених пунктів, зон масового відпочинку, санітарно-курортних зон, територій сільськогосподарського призначення, об'єктів природно-заповідного фонду, цінних природних угідь і лісових масивів, пам'яток історії та архітектури. Транспортний шум погіршує якість навколишнього середовища на прилеглих до дороги територіях, негативно впливає на нервову систему людини, знижує працездатність, зменшує опірність серцево-судинним захворюванням.

Робота автомобільного транспорту відбувається в тісній взаємодії з дорогою і зовнішнім середовищем. Аналізуючи роботу автомобільного транспорту, доцільно розглядати систему, що об'єднує об'єкти і суб'єкти руху.

Роботу автомобільного транспорту як сукупності рухомого складу і доріг треба розглядати виходячи з інтересів не тільки рухомого складу, але й доріг, водіїв і середовища, в якому здійснюється взаємодія.

Тому ці всі об'єкти і суб'єкти транспортного процесу доцільно об'єднати в одну систему (рис. 1.2).

Що стосується автотранспортного процесу на основі принципів системотехніки, то структурну схему роботи автомобільного транспорту можна подати як створену чотирма блоками: водій - автомобіль - дорога - зовнішнє середовище (рис. 1.3).

Це - достатньо складна система, яка вміщує крім зазначених блоків різні підпорядковані підсистеми, параметри і характеристики яких змінюються в часі й у просторі. За потреби кожен блок можна подати окремими елементами.

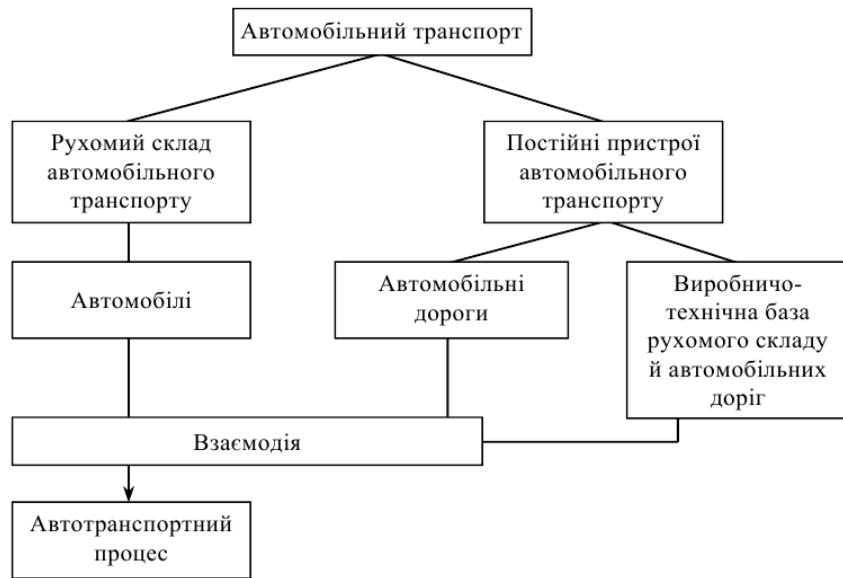


Рисунок 1.2 - Структурна схема автомобільного транспорту

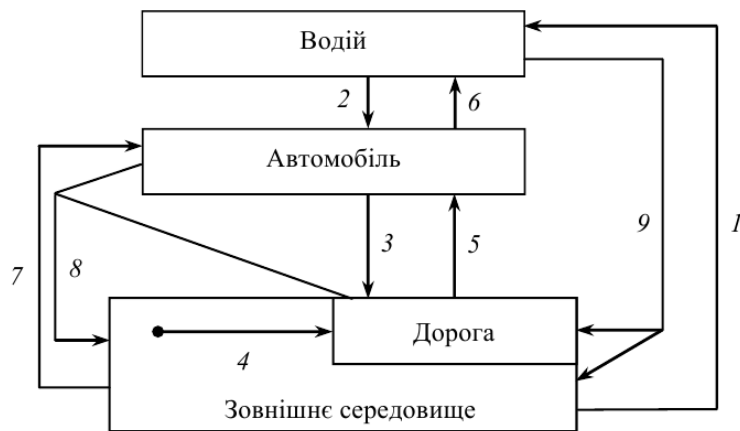


Рисунок 1.3 - Структурна схема системи автотранспортного процесу

У структурній схемі, зображеній на рис. 1.3, можна вичленити як основні такі підсистеми:

- 1) зовнішнє середовище — водій;
- 2) водій — автомобіль;

- 3) автомобіль — дорога;
- 4) зовнішнє середовище — дорога;
- 5) дорога — автомобіль;
- 6) автомобіль — водій;
- 7) зовнішнє середовище — автомобіль;
- 8) дорога — автомобіль — зовнішнє середовище;
- 9) водій — дорога — зовнішнє середовище.

Усі наведені підсистеми в транспортному процесі тісно взаємозв'язані. Варто наголосити, що аналіз функціонування цих підсистем і їх взаємодії має величезне значення для прийняття рішень щодо автотранспортного процесу, тобто щодо експлуатації як автотранспорту в цілому, так і рухомого складу й доріг зокрема.

Розглянемо суть і головні особливості кожної з підсистем.

Перша підсистема «зовнішнє середовище — водій» являє собою інформаційну модель транспортного процесу. Підсистема будується на вивченні особливостей взаємодії водія із зовнішнім середовищем і закономірностей прийняття водієм рішень на основі аналізу результатів взаємодії в підсистемі.

Результати дослідження підсистеми використовуються:

- для вирішення питань безпеки руху;
- обґрунтування і створення системи інформаційного забезпечення дорожнього руху;
- формування системи інженерно-транспортного обладнання доріг;
- прийняття рішень щодо архітектурно-художнього оформлення доріг.

Друга підсистема «водій - автомобіль» - це ергономічна модель транспортного процесу. Підсистема базується на вивченні взаємодії фізіологічних можливостей водія з виконавчими механізмами автомобіля. Результати досліджень цієї підсистеми використовуються для цілей конструювання транспортних засобів.

Третя підсистема «автомобіль — дорога» являє собою механічну модель транспортного процесу. Базується підсистема на вивченні

закономірностей сприйняття дорогою і її елементами транспортних і супутніх їм навантажень. Це — одна з найбільш досліджених підсистем.

Результати досліджень підсистеми використовуються в усіх інженерно-дорожніх розрахунках, пов'язаних з урахуванням транспортних навантажень: для визначення міцності дорожнього одягу; проектування конструкції одягів та інших елементів дороги; установлення строків і конструкції підсилення одягу; обґрунтування капітальних ремонтів і реконструкції доріг тощо.

Четверта підсистема «зовнішнє середовище - дорога» - це складна масообмінна модель транспортного процесу. Дорога, як жодна інша інженерна споруда, відкрита до дії різних змінних чинників зовнішнього середовища, в якому вона працює.

Основною метою підсистеми є вивчення закономірностей взаємодії дороги та її елементів з чинниками зовнішнього середовища та створення методів урахування впливу цих чинників на стадії проектування й експлуатації доріг. Вивчення підсистеми має велике значення, оскільки чинники зовнішнього середовища суттєво (іноді навіть більше, ніж транспортні навантаження) впливають на закономірності функціонування доріг і їхню довговічність. Найбільш важливими напрямками, які вивчаються в межах підсистеми, є:

- а) водно-тепловий режим доріг;
- б) сніжно-хуртовинний режим доріг;
- в) режим обledenіння дорожніх одягів.

П'ята підсистема «дорога — автомобіль» являє собою динамічну модель транспортного процесу. Підсистема базується на вивченні закономірностей впливу стану й особливостей дороги на роботу рухомого складу. Основним фактором цього впливу є коливальний процес, зумовлений дією різної природи нерівностей проїзної частини на транспортний засіб у процесі його руху. Система належить до однієї з найбільш вивчених. Результати досліджень підсистеми використовують у дорожній практиці дуже широко - для вирішення питання забезпечення реалізації тягово-швидкісних і паливно-економічних якостей транспортних засобів, для

обґрунтування системи й обсягів дорожньо-ремонтних робіт і т. ін. Взагалі закономірності підсистеми становлять техніко-економічну основу і дорожньої, і значною мірою транспортної галузей.

Шоста підсистема «автомобіль - водій» являє собою зворотний зв'язок другої підсистеми. Підсистема ґрунтується на вивченні закономірностей впливу особливостей автомобіля і його підсистем на працездатність водія.

Результати дослідження підсистеми використовуються переважно для розв'язання проблем експлуатації рухомого складу автомобільного транспорту, а також у процесі проектування транспортних засобів.

Сьома підсистема «зовнішнє середовище — автомобіль» базується на вивченні закономірностей служби транспортних засобів у різних природних, кліматично-географічних та виробничих умовах.

Дорожньою складовою підсистеми є вивчення впливу хімічних реагентів, використовуваних Дорожньою службою з метою боротьби з обledenінням покриттів, на довговічність автомобіля.

Результати вивчення підсистеми використовуються переважно службами проектування й експлуатації транспортних засобів.

Закономірності дорожньої складової підсистеми мають використовуватись дорожніми службами для розроблення заходів зі зменшення впливу зимових дорожньо-експлуатаційних технологій на довговічність автомобіля.

Восьма підсистема «дорога - автомобіль - зовнішнє середовище» - це екологічна модель транспортного процесу. Підсистема базується на вивченні закономірностей впливу результатів взаємодії дороги й автомобіля на зовнішнє середовище. Закономірності підсистеми використовуються на всіх етапах розв'язання глобальної проблеми екології автомобільних доріг, а також проектувальниками та експлуатаційниками транспортних засобів.

Дев'ята підсистема «водій - дорога - зовнішнє середовище» вивчає закономірності впливу поведінки водія як елемента руху і його дій на розв'язання глобальної проблеми екології доріг. Підсистема охоплює

вивчення питань екологічного впливу водія на дорогу і навколишнє середовище:

- руйнування трав'яної рослинності на узбіччях;
- пошкодження декоративних і снігозахисних насаджень;
- пошкодження елементів доріг під час з'їжджання за межі проїзної частини і в разі дорожньо-транспортних пригод;
- нагромадження сміття і сторонніх предметів на проїзній частині, у смузі відведення і на майданчиках відпочинку; інші негативні дії водіїв і учасників руху, які негативно відбиваються на екологічному просторі й експлуатаційних якостях доріг.

Для опрацювання питань експлуатації доріг першорядне значення має аналіз першої, третьої, четвертої, п'ятої, восьмої, дев'ятої і частково сьомої підсистем. Закономірності функціонування цих підсистем і становлять основу теорії експлуатації автомобільних доріг. І ще раз зазначимо, що всі описані підсистеми взаємозв'язані, і в цілому вони охоплюють усі ключові проблеми експлуатації автомобільних доріг.

1.2 Аналіз та оцінка впливу автомобільної дороги на навколишнє середовище

Вирішення проблеми підвищення рівня безпеки автомобільних доріг для навколишнього середовища великих промислових міст є одним з основних завдань для сучасних мегаполісів. Постійне збільшення кількості транспортних засобів призводить до зростання екологічної небезпеки для мешканців, погіршує якість життя в сельбищній зоні, прилеглої до автомобільних доріг, та несприятливо впливає на стан здоров'я людей.

Транспорт, який рухається вулицями міста, відіграє важливу роль у житті міста завдяки здійсненню пасажирських і вантажних перевезень та обумовлює роз-виток інших галузей економіки. На теперішній час в місті функціонують наступні види транспорту, які рухаються шляхами загального користування:

- 1) пасажирський наземний транспорт загального користування (автобус, трамвай, тролейбус);
- 2) автомобільний вантажний транспорт;
- 3) транспорт власного користування (автомобілі, мотоцикли, мопеди);
- 4) транспорт спеціального та спеціалізованого призначення.

Окремо можна виділити метрополітен, залізничний та авіаційний транспорт.

Сумарне забруднення навколишнього середовища, яке здійснюється колісними транспортними засобами, в загальному вигляді поділяється на два види:

- інгредієнтне забруднення повітря небезпечними речовинами, які утворюються внаслідок руху автотранспортних засобів;
- параметричне (зокрема, акустичне) забруднення, що полягає у випромінюванні шкідливих акустичних коливань в звуковому та інфразвуковому діапазоні частот, а також вібрації.

Кожен з видів транспорту здійснює індивідуальне навантаження на навколишнє середовище, яке формується з вищезазначених компонент.

Величина навантаження залежить від характеристик транспортного засобу та особливостей його руху автомобільними дорогами міста.

Порівняння значень викидів основних небезпечних речовин за видами транспорту показує, що найбільш шкідливим в плані інгредієнтної емісії є автомобільний транспорт [1]. Дослідження показали, що автомобільний транспорт в більшості великих міст України здійснює від 40 до 70% загального атмосферного забруднення.

1.3 Забруднення повітряного середовища

Для здійснення руху транспортних засобів залежно від конструктивних особливостей застосовується рідке чи газоподібне паливо. За рахунок того, що виробники палива для забезпечення необхідних експлуатаційних властивостей додають в нього домішки, присадки та інші додаткові

компоненти, вихлопні гази містять значну кількість забруднюючих речовин та сполук, небезпечних для людей. Оскільки доведено, що серед основних шляхів надходження забруднюючих речовин до організму людини, потрапляння них крізь органи дихання є найбільш небезпечним, вирішенню питання зменшення цього несприятливого впливу потрібно приділяти значну увагу.

При згорянні палива в двигуні автомобіля в повітря виділяються наступні небезпечні речовини [1-5]:

- оксид вуглецю CO (здійснює токсичну дію, підвищує стомлюваність людини, викликає в неї сонливість та зменшення концентрації уваги, що є особливо небезпечно для водіїв; при значній концентрації та довготривалій дії спричиняє суттєвий несприятливий вплив, викликає запаморочення, втрату свідомості, утруднення дихання та інші важкі наслідки; відповідно до [6] максимально разова гранично допустима концентрація (ГДК) речовини становить 5 мг/м³, середньодобова ГДК становить 3 мг/м³, клас безпеки – 4);

- вуглеводні сполуки C_nH_m (у продуктах згоряння палива налічується більш ніж 150 видів, чинять переважно токсичну та канцерогенну дію на організм людини);

- оксиди азоту NO_x (подрозніюють слизові оболонки та чинять токсичну дію на людину, клас безпеки – 3);

- альдегіди (акролеїн, формальдегід та інші; акролеїн чинить подразнюючу та канцерогенну дію на організм людини, максимально разова ГДК становить 0,03 мг/м³, середньодобова ГДК становить 0,03 мг/м³, клас безпеки – 2; формальдегід чинить канцерогенну дію на організм людини, максимально разова ГДК становить 0,035 мг/м³, середньодобова ГДК становить 0,003 мг/м³, клас безпеки – 2);

- сажа (канцерогенна дія; максимально разова ГДК становить 0,15 мг/м³, середньодобова ГДК становить 0,05 мг/м³, клас безпеки – 3);

- з'єднання свинцю (канцерогенна дія; максимально разова ГДК становить 0,001 мг/м³, середньодобова ГДК становить 0,0003 мг/м³, клас безпеки – 1);

- з'єднання сірки (токсична та подразнююча дія на організм людини, клас безпеки – 2);

- бенз(а)пірен (чинить канцерогенний та мутагенний вплив на людину, максимально разова ГДК не встановлюється, середньодобова ГДК становить 0,1 мкг на 100 м³, клас безпеки – 1).

Таким чином, проведений аналіз показав, що вплив забруднюючих речовин і сполук, які містяться у відпрацьованих газах автомобілів, є небезпечним для людей, може викликати суттєві зміни у функціональному стані організму та призвести до виникнення захворювань.

Дослідження стану захворюваності дітей показало, що вплив забруднюючих речовин призвів до зростання захворюваності органів дихання, а саме бронхіальної астми та алергічного риніту. Причому, оскільки у дитячому віці відсутній вплив професійних шкідливих виробничих факторів та шкідливих звичок, зареєстроване зростання захворюваності органів дихання в основному обумовлюється саме впливом інгредієнтного забруднення відпрацьованих газів.

Дослідження впливу канцерогенних речовин, які містяться у відпрацьованих газах, на кількість онкозахворювань [8] показали, що дія деяких канцерогенних речовин, наприклад – бенз(а)пірену, супроводжується латентним періодом тривалістю в сім років, тобто зростання концентрації цієї речовини в атмосфері міста призвело до збільшення випадків онкологічних захворювань органів дихання мешканців саме через цей період. Враховуючи те, що спостерігається тенденція до зростання концентрації цієї речовини у відпрацьованих газах, найближчим часом існує значна вірогідність збільшення захворюваності населення.

В роботі [9] проводилися дослідження стану повітряного середовища в житлових приміщеннях та приміщеннях іншого призначення, розташованих поблизу автомобільних доріг, причому паралельно проводилися дослідження атмосферного повітря ззовні будівлі. В результаті вивчення хімічних показників повітря ззовні та всередині приміщення встановлена чітка залежність вмісту канцерогенних речовин в повітрі всередині

приміщень від стану зовнішнього повітря поблизу автомобільних доріг. За досліджуваним показником (бенз(а)піреном) повітря всередині приміщення та ззовні майже не відрізняються. Ця ситуація характерна для нижніх поверхів будівель.

В роботі [10] наведено результати досліджень глибини розповсюдження шкідливих речовин, зокрема канцерогенів бенз(а)пірену, нітродозодиметиламіну та нітродієтиламіну, в сельбищну зону різної щільності при сталій щільності автотранспортних потоків. При цьому встановлено, що перевищення ГДК досліджуваних речовин спостерігалося на відстані близько 100 м від автомобільної дороги (для бенз(а)пірену). Розсіювання інших речовин спостерігається на відстанях в межах 25-50 м. Наявність забудови по периметру кварталу сприяє накопиченню шкідливих речовин в зоні житлової забудови. Таким чином утворюється зона ризику інгаляційного впливу небезпечних канцерогенних речовин на мешканців.

Дослідження ступеня небезпеки зон підвищеної канцерогенності поблизу авто-мобільних доріг проведено в роботі [11] шляхом визначення рівнів канцерогенного індивідуального і популяційного ризику для мешканців будинків, розташованих поблизу автомобільних доріг.

В роботі [12] досліджено питання проникнення небезпечних речовин, які утворюються при русі автотранспортного потоку, в житлові приміщення разом із припливним повітрям. Зазначено, що, оскільки в житлових приміщеннях для провітрювання практично не застосовується система очищення припливного повітря, шкідливі речовини можуть потрапити всередину житлових кімнат. Основне навантаження при цьому несуть нижні поверхи житлових будинків. Проведені дослідження показали, що в будинках, розташованих поблизу магістральних вулиць, вміст шкідливих речовин в припливному повітрі, яке надходить до житлових приміщень, перевищує гранично допустимі концентрації в 15 – 23 рази. Це доводить важливість питання захисту забудови, прилеглої до магістральних вулиць, від інгредієнтного забруднення автотранспортного потоку.

1.4 Параметричне забруднення зони впливу автомобільної дороги

Транспортні засоби чинять не тільки інгредієнтне, але й параметричне (акустичне) забруднення навколишнього середовища. Слід відмітити, що в теперішній час проблема шумового забруднення автомобільними дорогами навколишнього середовища є не менш актуальною, ніж інгредієнтного, оскільки проведені дослідження визначають нові аспекти негативного акустичного впливу на здоров'я мешканців мегаполісів.

Із збільшенням кількості транспортних засобів та швидкості їх пересування по вулицях великих промислових міст світова спільнота визначила шум як один з головних чинників, які погіршують рівень життя людей в містах.

У порівнянні з Україною, міжнародне співтовариство знаходиться на багато кроків попереду у питаннях боротьби з транспортним шумом. Шумове забруднення навколишнього середовища є актуальною проблемою для більшості країн Європейського союзу, що мають розвинену інфраструктуру.

Країни Європейського союзу послідовно йдуть шляхом підвищення жорсткості вимог стосовно шумовипромінювання транспортних засобів. Це говорить про те, що проблема зниження транспортного шуму здобуває в економічно розвинених країнах все більшу актуальність.

В країнах Євросоюзу на основі приблизних даних, зібраних муніципалітетами різних міст, встановлено, що значна кількість мешканців (близько 51 %) піддаються впливу акустичних коливань, що перевищують $L_{den} > 55$ дБ. Причому, на 13,1 % населення розглянутих міст країн Євросоюзу (Берлін, Прага, Будапешт, Варшава, Краків та ін.) впливає шум з рівнями $L_{den} = 55$ ч 59 дБ; 29,84 % жителів підлягають впливу акустичних коливань $L_{den} = 60$ ч 69 дБ; близько 8,1 % населення розглянутих міст страждають від шуму, рівні якого перевищують 70 дБ [13].

З метою захисту навколишнього середовища й зниження впливу негативних факторів на людей у рамках Європейської комісії при Євросоюзі

створено Головне управління з питань навколишнього середовища (The Directorate-General for the Environment). З огляду на зростання значимості проблеми зниження шуму, DG Environment веде активну політику, спрямовану на зменшення впливу негативного акустичного фактору на жителів великих міст країн Європейського союзу. Зокрема, в 1996 р. розроблена програма «Зелений меморандум перспективної шумової політики» (The Green Paper on Future Noise Policy (COM(96) 540)), що послужила першим кроком у створенні Європейською комісією цілого напрямку боротьби із шумом у країнах ЄС, в основі якого лежить постулат, що жодна людина не повинна підлягати впливу шуму, що загрожує її здоров'ю і якості життя [14].

У документі вказується, що інформація про шумову обстановку в країнах - членах ЄС є недостатньою в порівнянні з іншими екологічними проблемами, дані мають істотні розбіжності внаслідок розходжень у методах їхнього одержання. Орієнтовно визначено, що близько 80 млн. чоловік (приблизно 20 % населення країн Євросоюзу) піддаються впливу шуму, рівні якого фахівці й експерти в області охорони здоров'я вважають небезпечними для здоров'я. Ще 170 млн. жителів проживають у так званих «сірих областях», у яких шум досягає рівнів, що викликають занепокоєння й роздратування людей у денний час.

У рамках програми в країнах-членах ЄС ведуться роботи зі створення стратегічних карт шуму (Strategic Noise Maps), які є основою контролю над шумовою обстановкою поблизу транспортних і промислових джерел шуму. Створення шумових карт передбачає одержання інформації про кількість жителів, що піддаються впливу акустичних коливань різних рівнів внаслідок впливу дорожнього шуму L_{den} і L_{night} , залізничного шуму L_{den} і L_{night} , а також шуму промислових підприємств L_{den} і L_{night} .

При цьому враховується кількість людей, що входять у загальне число жителів, що піддаються впливу шуму, чиї будинки мають шумозахисні фасади. Наприклад, згідно з інформацією, представленою у стратегічній шумовій карті Австрії, дані по впливу шуму автотранспортних засобів мають

вигляд, представлений у таблицях 1.1 -1.2 [15].

Таблиця 1.1 – Кількість людей, що підлягають впливу шуму автомобільних доріг в Австрії в денний час (L_{den})

Показник	Рівні шуму L_{den}				
	55-59	60-64	65-69	70-74	> 75
Кількість мешканців	354029	166463	163779	34760	297
Кількість мешканців у будинках з фасадом, захищеним від дії шуму	6778	18820	75806	24115	214

Документ [15] містить посилання на відповідні законодавчі документи державного й місцевого значення відносно транспортних і промислових джерел шуму, а також схему розподілу повноважень між органами державної й місцевої влади в питаннях підготовки карт шуму.

Таблиця 1.2 – Кількість людей, що підлягають впливу шуму автомобільних доріг в Австрії в нічний час (L_{night})

Показник	Рівні шуму L_{night}				
	55-59	60-64	65-69	70-74	> 75
Кількість мешканців	187261	170225	44292	1468	4
Кількість мешканців у будинках з фасадом, захищеним від дії шуму	17540	72411	29740	885	0

1 травня 2002 року офіційно затверджено Директиву ЄС щодо захисту навколишнього середовища від шуму. Директива 2002/49/ЄС, що прийнята Європейським парламентом 25 червня 2002 року, розглядає питання, які стосуються оцінки й керування шумом навколишнього середовища в цей час і є керівним документом у державах-членах ЄС.

Даний документ є прямим результатом проведеної Європейським союзом політики по захисту навколишнього середовища від шуму в рамках програми The Green Paper on Future Noise Policy з 1996 року. Він охоплює питання оцінки впливу на людей транспортних і промислових шумів, а також

способів захисту від них. Директива вимагає, щоб карти шуму й стратегічні плани дій по боротьбі з ним були зроблені для:

- міст і населених пунктів з населенням більше 100 000 чоловік;
- основних доріг з інтенсивністю руху більш ніж 3 млн. транспортних засобів у рік (приблизно 8 тис. транспортних засобів у день);
- основних залізничних доріг з інтенсивністю руху більш ніж 30 тис. поїздів у рік;
- основних цивільних аеропортів, де проводиться більш ніж 50 тис. транспортних операцій у рік (приблизно 135 у день).

Доведено, що шум несприятливо впливає практично на всі системи організму людини, викликаючи в ньому як короткочасні, так і тривалі й стійкі функціональні зміни, що приводять до виникнення захворювань серцево-судинної, нервової й іншої систем, а також ослабленню імунної системи організму.

Надмірний шум може стати причиною нервового виснаження, психічної пригніченості, вегетативного неврозу, виразкової хвороби, розладу ендокринної й серцево-судинної систем. Шум заважає людям працювати й відпочивати, знижує продуктивність праці й збільшує травматизм на виробництві й у побуті.

Негативний вплив шуму обумовлений його фізичними параметрами (рівень звукового тиску, частота, інтенсивність, тривалість впливу, постійний або непостійний шум і т.д.), специфікою людського організму (вік, стать, стан здоров'я й т.д.) та впливом супутніх факторів, які можуть підсилити шкідливий вплив шуму [16-18].

Вплив транспортного шуму на людину можливо розглядати в різних аспектах, зокрема стосовно:

- водіїв;
- працівників адміністративних та офісних будівель, лікарень, шкіл та інших об'єктів з особливими вимогами стосовно рівнів шуму, які розташовані поблизу автомобільних доріг,

- мешканців будинків, що розташовані в безпосередній близькості до автомобільних шляхів із значною інтенсивністю руху.

Зазначені категорії людей зазнають вплив шуму упродовж тривалого часу, тому для них дія шуму є особливо небезпечною.

В роботі [19] проводився аналіз впливу чинників зовнішнього середовища на умови перебування водія при керуванні транспортним засобом та безпеку дорожнього руху. Встановлено, що в кабіні водія фіксуються перевищення концентрацій токсичних речовин, які потрапляють внаслідок роботи паливної системи автомобіля, а також при потрапленні в кабіну зовнішнього повітря, яке також містить небезпечні речовини при русі транспортного засобу в автомобільному потоці. Також в кабінах визначено перевищення гранично допустимих рівнів шуму на 2,7 – 16 дБА майже на усіх типах вантажних автомобілів на усьому діапазоні середньогометричних октавних частот. В кабінах автомобілів це перевищення склало 17-27 дБА. Крім того, встановлено значне вібраційне навантаження за показником віброприскорення на робочих місцях водіїв вантажних автомобілів, яке склало: для осі X та Y – на 12 – 37 дБ, по осі Z – на 14-35 дБ.

Шкідливому впливу шуму упродовж робочого дня підлягають не тільки водії транспортних засобів, але й працівники, чий робочі приміщення знаходяться в будівлях, які розташовані в безпосередній близькості до магістральних вулиць. Також до цієї категорії належать викладачі та учні навчальних закладів, а також медичний персонал лікарень та безпосередньо хворі, які перебувають на стаціонарному лікуванні.

Стосовно впливу транспортного шуму на ефективність праці проведено дослідження [20], в якому вивчалися зміни психофізіологічних процесів пам'яті людини під впливом акустичних коливань. Експериментальні дослідження проводилися в м. Тегеран, які мають різну індивідуальну чутливість до звуків і шумів. В якості вихідного положення при дослідженні розумової діяльності виступало твердження, що розумова працездатність людини заснована на взаємодії двох опонентних психофізіологічних систем, одна з яких за допомогою знаково-числових X-

програм частоти дихання та пульсу, артеріального тиску і температури пов'язана із функціональною активністю лівої півкулі головного мозку, а інша, за допомогою знаково-числових Y-програм тих самих вегетативних показників пов'язана із функціональною активністю правої півкулі мозку.

В якості критерію ефективності розумової діяльності було обрано можливість переключення з однієї знаково-числової програми на іншу, що, в свою чергу, є індикатором стану адаптивної регуляції та критерієм розумової працездатності та поточного стану здоров'я осіб, які розглядаються.

Результати вивчення впливу шуму на опонентні психофізіологічні функції пам'яті показали, що суттєві порушення при виконанні розумової діяльності спостерігалися у студентів, які тривалий час знаходилися в місцях акустичного дискомфорту. Крім того, в процесі обстеження в них було виявлено значну кількість хронічних захворювань, що також побічно підтверджує шкідливу дію шуму.

Загальний внесок транспортного шуму в акустичний фон сельбищної зони оцінюється на рівні 60 – 80 % [21]. Встановлено, що транспортний шум впливає на мешканців сельбищної зони, яка розташована поблизу автомобільних доріг, упродовж 15-18 годин на добу. Також зазначено, що для сельбищної зони основну проблему становить саме низькочастотний шум, який має високу проникну здатність та генерується переважно вантажними автомобілями.

При проведенні досліджень щодо впливу шуму транспортних засобів на сельбищну зону при влаштуванні підземних паркінгів встановлено [22], що на швидкості пересування 10 км/год на відстані 7,5 м випромінюється шум, максимальні рівні якого становлять: для мікроавтобусів – 62 дБА; для легкових автомобілів – 56-60 дБА. При встановленні нормативних значень щодо максимальних рівнів шуму в зоні житлової забудови 70 дБА для денного часу доби [23] перевищення шуму автотранспортних засобів, зокрема мікроавтобусів, спостерігається вже на відстанях до 5 м. Таким чином, мешканці сельбищної зони, що розташована поряд, потрапляють під

дію шуму, яка перевищує гігієнічні нормативи.

1.5 Зниження рівнів шуму смугами зелених насаджень

Для забезпечення додаткового шумозахисного ефекту необхідно влаштовувати спеціальні шумозахисні смуги зелених насаджень шириною 10 - 15 м. Відстань між деревами в шумозахисній смузі має бути не більше 4 м, висота дерев не менше 5-8 м і так, щоб уявна лінія, що сполучає акустичний центр транспортного потоку з розрахунковою точкою на рівні середини вікон останнього зверху будівель, що захищаються від шуму, проходила б на 1,5 - 2 м нижче дерев. Посадка дерев може бути рядовою або шаховою, причому обвішай простір підкрони має бути повністю заповнений кустарниками без просвітів. На кожній ділянці території може бути влаштовані одна або декілька паралельних таких смуг, розділених повітрям проміжками шириною 3 - 5 м. У загальному випадку зниження шуму шумозахисними смугами зелених насаджень залежить від ширини і кількості смуг, щільності посадки дерев і кущів, дендрологічного складу та інших чинників і повинне розраховуватися по формулі:

$$\Delta L_{A,зел} = \alpha_{зел} \cdot B; \text{ дБА}, \quad (1.1)$$

де B - ширина шумозахисної смуги зелених насаджень, м,
 $\alpha_{зел}$ - постійна загасання звуку в зелених насадженнях, дБ/м

У якості ширини смуги зелених насаджень B слід приймати торбу довжини $ди_{ш.}$ смуги на ділянці поблизу джерела шуму (транспортного потоку) і довжини $др_{т.}$ смуги на ділянці поблизу розрахункової точки ($B = ди_{ш.} + др_{т.}$). При підрахуванні довжин $ди_{ш.}$ і $др_{т.}$ радіус кривої, уздовж якої визначаються ці довжини, складає 5 км. Для спрощення розрахунків допускається визначити довжини $ди_{ш.}$ і $др_{т.}$ уздовж променів, що виходять з акустичного центру джерела шуму і з розрахункової точки під кутом 15° до поверхні території. За відсутності точних даних приймають величину $\alpha_{зел} = 0,08$ дБА/м. Формула (1.1) справедлива при ширині смуги зелених насаджень не більше 100 м. При

більшій ширині смуги чимдалі збільшення $\Delta L_{A,зел}$ значно сповільнюється і ускладнено для прогнозування. При проектуванні шумозахисної смуги зелених насаджень слід враховувати швидкість росту, можливу їх висоту, довговічність, форму і щільність крони, стійкість по відношенню до вихлопних газів.

Рекомендуються до застосування наступні породи дерев:

- береза пухнаста, дуб, клен остролистний, модрина сибірська, ялиця сибірська, ялина, сосна, тополі, осика, липа крупнолиста, верба срібляста (висота понад 20 м, діаметр крони 10-15 м);

- клен польовий, вільха сіра, верба ламка, каштан кінський (висота 10-20 м, діаметр крони 5 - 8 м);

- клен татарський, горобина звичайна (висота 5-10 м, діаметр крони 3-5 м);

- горобина лучнистая, глід звичайний, черемха віргінська, туя западна (висота 2-5 м, діаметр крони 1-3 м).

У якості чагарникового заповнення рекомендуються :

- великі кущі: акація жовта, бирючина, жимолость, бузок, калина, лох, бересклет (висота 4-9 м, діаметр 2-5 м);

- середні кущі: смородина золотиста, кизильник, бузок, таволга (висота 1-3 м, діаметр 2-5 м).

Ґрунт в районі зеленої смуги має бути покритий густою травою. Це сприятиме додатковому поглинанню звуку в приземному шарі.

Слід враховувати, що в холодну пору року листяні дерева скидають листя, і їх шумозахисний ефект зменшується до нуля. Посадки хвойних порід дерев ефективно знижують шум впродовж усього року. Тому доцільно вводити в шумозахисні смуги хвойні породи дерев, проте слід враховувати, що в міських умовах смороду часто погано ростуть і тому їх застосування в умовах міста обмежено. У умовах міської забудови, що склалася, шумозахисні смуги зелених насаджень практично непридатні, а звичайні міські посадки з дерев, що окремо стоять, шумозахисного ефекту не мають.

Проте при проектуванні або реконструкції транспортних доріг, особливо в

заміській зоні, такі посадки можуть широко застосовуватися. При необхідності організації проходів в смугах зелених насаджень, ці проходи повинні проектуватися під гострим кутом до транспортної магістралі для зменшення проникнення шуму в забудову. При проектуванні смуг зелених насаджень слід також враховувати, що сморід частково поглинають шкідливі вихлопні гази автомобілів і окрім фізичного зниження шуму, створюють додатковий психологічний ефект приглушення шуму.

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА РІВНІ ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

2.1 Гранично допустимі обсяги викидів шкідливих речовин у відпрацьованих газах автотранспортних засобів

Гранично допустимі обсяги викидів шкідливих речовин у відпрацьованих газах автотранспортних засобів в навколишнє середовище встановлюються галузевим стандартом [24] для окису вуглецю, вуглеводних сполук та окислів азоту. Даний стандарт передбачає встановлення гранично допустимих значень при проведенні випробувань залежно від робочого об'єму двигуна та особливостей системи випуску відпрацьованих газів (табл. 2.1).

Допустимі обсяги викидів шкідливих хімічних речовин автотранспортними засобами встановлюються європейськими стандартами Euro 1-5, які почали вводитися в дію в країнах Євросоюзу з 1993 р. спочатку для легкових автомобілів та автомобілів малої вантажопідйомності, потім для мотоциклів та легкових автомобілів, а, починаючи з 2000 року із введенням в дію стандарту Euro-3, граничні викиди шкідливих речовин встановлюються для усіх видів колісних автотранспортних засобів, які підпадають під дію директив 2001/116/ЄС и 2002/24/ЄС [25].

Європейські стандарти Euro 1-5 встановлюють гранично допустимі норми викидів для бензинових та дизельних двигунів, причому для бензинових

двигунів ці норми є більш жорсткішими стосовно оксидів азоту, а для дизельних двигунів – стосовно оксиду вуглецю.

Якщо проаналізувати тенденції стосовно змін гранично допустимих норм викидів забруднюючих речовин в стандартах Euro, можна зробити висновок, що спостерігається спрямованість щодо посилення вимог до шкідливої емісії небезпечних речовин в навколишнє середовище.

Таблиця 2.1 – Гранично допустимі викиди шкідливих речовин з відпрацьованими газами за [24]

Вид палива, на якому працює двигун	Частота обертання на холодному ході	Оксид вуглецю, об'ємна частка, %	Вуглеводні, об'ємна частка, млн. ⁻¹ , для двигунів з числом циліндрів	
			до 4 циліндрів включно	більш ніж 4 циліндри
Бензин	n _{min}	3,5	1200	2500
	n _{підв}	2,0	600	1000
Газ природний	n _{min}	1,5	600	1800
	n _{підв}	1,0	300	600
Газ нафтовий	n _{min}	3,5	1200	2500
	n _{підв}	1,5	600	1000
Нормативи викидів для автомобілів оснащених нейтралізаторами				
Частота обертання на холодному ході	Окислювальні нейтралізатори		Трикомпонентні нейтралізатори	
	Оксид вуглецю, об'ємна частка, %	Вуглеводні, об'ємна частка, млн. ⁻¹	Оксид вуглецю, об'ємна частка, %	Вуглеводні, об'ємна частка, млн. ⁻¹
n _{min}	1,0	600	0,5	100
n _{підв}	0,6	300	0,3	100

Директиви ЄС в міру впровадження кожного рівня директив роблять жорсткішими вимоги до викидів забруднюючих речовин з урахуванням категорії колісних автотранспортних засобів.

Нормативні значення концентрацій забруднюючих речовин в повітрі населених міст встановлюються у [28], причому при нормуванні враховується ефект сумачії при комбінованій дії забруднюючих речовин.

В Україні діє ряд нормативних документів, які встановлюють допустимі рівні зовнішнього шуму транспортних засобів, наприклад [30-33].

Нормативні граничні значення рівнів шуму, відповідно до [32], із встановленою швидкістю до 50 км/год наведені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Граничні рівні шуму колісних транспортних засобів

№ з/п	Категорії транспортних засобів	Граничні величини, дБ(А)
1	Колісні транспортні засоби для перевезення пасажирів, що можуть мати не більш ніж дев'ять сидячих місць разом із місцем водія	74
2	Колісні транспортні засоби для перевезення пасажирів, що мають більше ніж дев'ять сидячих місць разом із місцем водія і максимальна дозволена маса яких перевищує 3,5 т - з двигуном потужністю менше ніж 150 кВт (ЄЕК) - з двигуном потужністю 150 кВт (ЄЕК) або більше	78
		80
3	Колісні транспортні засоби для перевезення пасажирів, що мають більше ніж дев'ять сидячих місць разом із місцем водія; транспортні засоби для перевезення вантажів - з максимально дозволеною масою, що не перевищує 2 т - з максимально дозволеною масою, що перевищує 2 т, але яка не перевищує 3,5 т	76
		77
4	Колісні транспортні засоби для перевезення вантажів, що мають максимально дозволена масу більше ніж 3,5 т - з двигуном потужністю менше ніж 75 кВт (ЄЕК) - з двигуном потужністю 75 кВт (ЄЕК) або більше, але менш ніж 150 кВт (ЄЕК) - з двигуном потужністю 150 кВт або більше	77
		78
		80

Примітка: 1) для типів колісних транспортних засобів, зазначених в п. 1,3 табл. 2.2, обладнаних двигуном внутрішнього згорання із запалюванням від стиску і прямим впорскуванням, граничні величини шуму збільшуються на 1дБ(А); 2) для типів колісних транспортних засобів, призначених для

використання в умовах бездоріжжя, і таких, що мають максимально дозволена масу більш ніж 2т, граничні величини збільшуються, залежно від потужності двигуна, на 1-2 дБ(А).

2.2 Фактори, що впливають на ступінь забруднення придорожного простору населених пунктів

Численними дослідженнями впливу автомобільних доріг на стан атмосферного повітря встановлено, що поблизу магістральних вулиць рівень забруднення повітря хімічними речовинами та сполуками, шкідливими для організму людини, суттєво перевищує допустимі показники.

Ступінь забруднення повітря залежить від особливостей організації руху по автомобільній дорозі, параметрів транспортного потоку та характеристик навколишнього середовища, включаючи розташування будівель і споруд, наявності зелених насаджень та ін.

На величину зони забруднення впливає низка факторів, які поділяються на наступні групи [34-35]:

1) фактори техногенного характеру – інтенсивність руху, склад транспортного потоку, тип пального та його якість, стан автомобільної дороги;

2) природні фактори – метеорологічні характеристики повітряного середовища, переважний напрям повітря;

3) архітектурно-планувальні фактори – характеристика прилеглої забудови (висота, щільність), наявність зелених насаджень та ін.

При порівнянні рівнів інгредієнтного забруднення від автомобільних доріг різних категорій встановлено, що найбільший його рівень спостерігається на дорогах загальноміського значення з регульованим рухом [36]. Причому на рівень забруднення викидами відпрацьованих газів впливає період року: взимку, у зв'язку із зменшенням інтенсивності руху загальний рівень забрудненості на дорогах знижується.

В роботі [10] на прикладі низки вулиць м. Києва проведено дослідження ступеня забруднення атмосферного повітря викидами відпрацьованих газів транспортних засобів. Встановлено, що на ступінь забруднення суттєво впливає щільність транспортного потоку, а також характер примігстральної забудови та наявність промислових підприємств, які вносять свій вклад в загальне забруднення повітря. Мінімальний рівень забруднення, порівняно з іншими досліджуваними вулицями, встановлено для автомобільних доріг із достатньою шириною та вільною забудовою. Ці фактори сприяють зменшенню кількості заторів та покращенню повітрообміну. Все це у поєднанні дає позитивний ефект стосовно рівня забруднення сельбищної зони.

Найбільш небезпечними ділянками доріг в аспекті хімічного забруднення відпрацьованими газами є місця вимушеної затримки транспортних засобів – на перехрестях в очікуванні дозволяючого сигналу світлофора, в місцях з низькою пропускнуою здатністю, біля зупинок транспорту загального користування та ін. В цих місцях концентрація шкідливих речовин досягає пікових значень [37], тому водії та мешканці сельбищної зони, яка розташована біля цих ділянок, отримують більш виражене шкідливе навантаження на свій організм. Також увагу привертає той факт, що у випадку оточення автомобільної дороги з обох боків багатопверховими будівлями, відбувається накопичення шкідливих речовин навіть при незначній інтенсивності руху транспорту, яке призводить до того, що перевищення ГДК спостерігається до четвертого поверху будівель, які утворюють «магістральний коридор».

Організація руху транспортних засобів по магістральній вулиці суттєво впливає на рівень хімічної забрудненості навколишнього середовища. Дослідження, які проводилися в [38], показали, що організація безперервного руху транспортних засобів з максимально можливою швидкістю призводить до зменшення викидів забруднюючих речовин в навколишнє середовище. Встановлено, що в місцях вимушеної зупинки транспортних засобів на перехрестях концентрація оксидів вуглецю в 2,5-4 рази вище, ніж на

перегонах, причому радіус зони підвищеного забруднення біля перехресть становить 50-200 м залежно від інтенсивності руху.

Також в ході проведеного аналізу [39] режимів руху транспортних засобів (холостий хід – прискорення – стала швидкість - уповільнення) встановлено, що найбільший викид оксиду вуглецю та вуглеводних сполук спостерігається в режимах прискорення та сталої швидкості. При цьому слід враховувати, що для умов міста на значній кількості автомобільних доріг в години пік характерним є рух з невеликою швидкістю, що збільшує викиди оксиду вуглецю в 1,5-2 рази порівняно з ділянками вільного руху.

У зв'язку із щільністю міської забудови, яка зараз набуває значних масштабів в умовах великих промислових міст, інтерес представляє питання прогнозування розповсюдження забрудненого повітря в навколишнє середовище. При наявності реалістичної прогностичної моделі поширення забруднюючих речовин від автотранспортного потоку є можливою розробка перспективних планів стосовно впровадження захисних заходів з метою підвищення екологічної безпеки сельбищної зони.

2.3 Фактори, що впливають на ступінь акустичного забруднення транспортними потоками навколишнього середовища

Для задач дослідження впливу транспортного шуму на зону впливу автомобільної дороги інтерес представляє вплив характеристик транспортного потоку, а також прилеглої території на рівні шуму в навколишньому середовищі.

В умовах руху транспорту по вулицях міста на рівні шуму, що випромінюються транспортними потоками в навколишнє середовище, впливають наступні групи факторів:

- характеристики транспортного потоку;
- характеристики навколишнього середовища.

До характеристик транспортного потоку належать наступні параметри:

- якісний склад транспортного потоку (мається на увазі наявність різних видів дорожніх транспортних засобів в потоці, а саме: легкових автомобілів, вантажних автомобілів, автобусів, мікроавтобусів, тролейбусів, автопоїздів, мотоциклів, мопедів, а також трамваїв);

- кількісний склад транспортного потоку (співвідношення різних видів дорожніх транспортних засобів у потоці);

- інтенсивність руху транспортного потоку;

- середня швидкість руху транспортного потоку на ділянці автомобільної дороги, що досліджується.

Характеристики навколишнього середовища можна класифікувати на наступні підгрупи:

1) характеристики дорожнього покриття та елементів доріг:

- стан автомобільної дороги;

- поздовжній профіль;

- висота бордюрів;

2) характеристики території, що прилягає до автомобільної дороги:

- наявність дерев та кущів уздовж ділянки дороги;

- кількісний та якісний склад дерев та кущів;

- щільність листя на деревах;

- відстань між автомобільною дорогою та досліджуваним об'єктом;

- наявність природних чи штучних елементів, що перешкоджають розповсюдженню акустичних коливань від автомобільної дороги в навколишнє середовище;

3) характеристики навколишнього середовища:

- температура повітряного середовища;

- вологість повітряного середовища;

- швидкість руху повітряного середовища;

- тиск повітряного середовища.

Транспортний потік являє собою складну систему взаємодії різних видів транспортних засобів з дорогою. Деякі дослідники вважають, що рух

транспортних засобів у потоці можливо представити як детермінований та безперервний процес [40].

Інші представляють його як стохастичний процес, оскільки його характеристики допускають прогнозування лише з деяким ступенем вірогідності [41].

Фактори зовнішнього середовища, зокрема швидкість вітру, є більш вагомим у порівнянні із часткою вантажних автомобілів і автобусів у складі автотранспортного потоку. В умовах великих промислових міст із щільною забудовою магістральна вулиця утворює коридор, в якому накопичуються шкідливі речовини, що призводить до перевищення концентрацій забруднюючих речовин в житлових приміщеннях та на дитячих майданчиках, розташованих в сельбищній зоні.

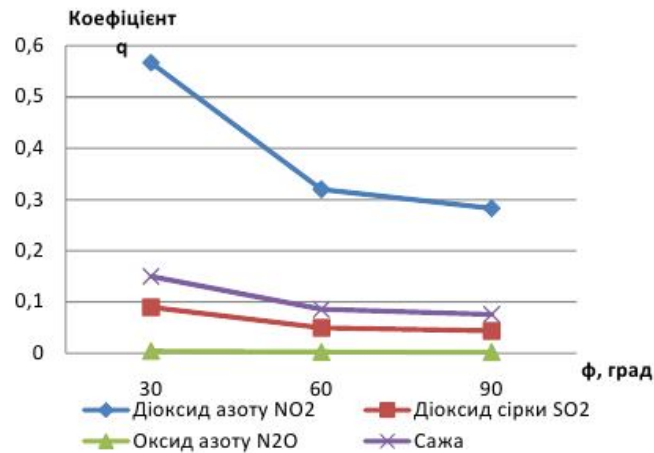


Рисунок 2.1 – Аналіз значимості коефіцієнту q поліноміальних моделей оцінки інгредієнтного забруднення

Таким чином, при узагальненні даних, отриманих з графічних залежностей, можна зробити висновок про те, що саме швидкість вітру в найбільшій мірі сприяє зниженню концентрації забруднюючих речовин на примігстральних територіях.

Однак слід зазначити, що у випадку, якщо житлові будинки знаходяться з підвітряного боку, позитивне значення цього фактору втрачається.

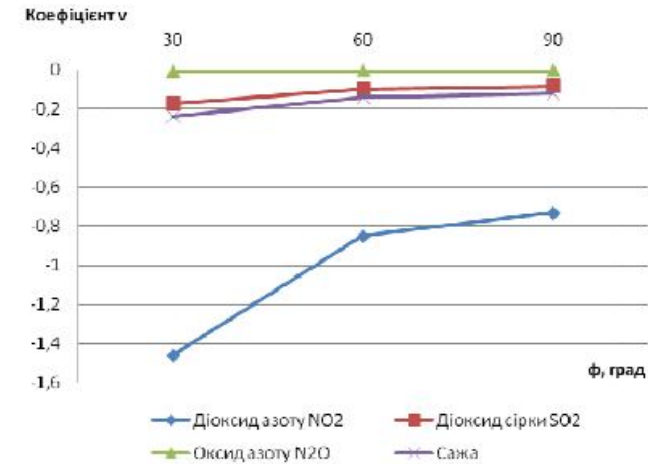


Рисунок 2.2 – Аналіз значимості коефіцієнту v поліноміальних моделей оцінки інгредієнтного забруднення

Слід зауважити, що у великих містах врахування рози вітрів не завжди відбувалося при будівництві житлової забудови, тому при обґрунтуванні необхідності й виборі захисних заходів від шкідливого впливу автомобільної дороги необхідно враховувати потребу в ефективних технічних рішеннях тих ділянок сельбищної зони, які знаходяться з підвітряного боку від дороги.

Згідно [67] до дорожніх транспортних засобів належать засоби, що призначені для експлуатації переважно на автомобільних дорогах загального користування усіх категорій і сконструйовані згідно з їхніми нормами.

Класифікація дорожніх транспортних засобів за призначенням згідно [67] наведена на рис. 2.3.

Наведена класифікація наочно демонструє види транспортних засобів, що пересуваються вулицями міст, та мають різні рівні шуму, що випромінюється в навколишнє середовище.

Для більшості вулиць міста загального призначення найбільш поширеними видами дорожніх транспортних засобів є автомобіль (пасажирський та вантажний), автобус (незалежно від призначення), мікроавтобус, тролейбус, мотоцикл, мопед, автопоїзд. Причепи та напівпричепи не мають суттєвого значення в аспекті загального шумовипромінювання транспортного потоку, оскільки у своїй конструкції не містять джерела енергії.

Таким чином, за допомогою стандарту [67] встановлено основних учасників дорожнього руху, що представляють інтерес в аспекті випромінювання шуму в навколишнє середовище. Слід зауважити, що даний стандарт не містить в своєму переліку тролейбусів, хоча вони є повноправними учасниками дорожнього руху на вулицях міста і також можуть бути пасажирськими та спеціалізованими, зчленованими та ін.

Крім того, при проведенні дослідження впливу транспортного потоку на робочі місця та сельбищну зону необхідно враховувати наявність трамваю, який може рухатися як на відособленому шляху, так і разом з іншими учасниками дорожнього руху.

Отже, при проведенні досліджень шумовипромінювання транспортних потоків доцільно об'єднати транспортні засоби, що розглядаються, в групи з метою їх кількісної оцінки у потоці.

Ряд дослідників, наприклад в [51]), наводять орієнтовні значення шуму транспортних засобів, що випромінюється ними в навколишнє середовище (табл. 2.3). Слід зауважити, що наведені дані є приблизними, оскільки рівні шуму, який генерується транспортним засобом, залежить від його технічного стану та умов руху, а також характеристик дорожнього шляху. Також в наведеному вище переліку (табл. 2.3) не враховуються мікроавтобуси, які не були поширені за часів проведення досліджень, та набули розповсюдження в теперішній час.

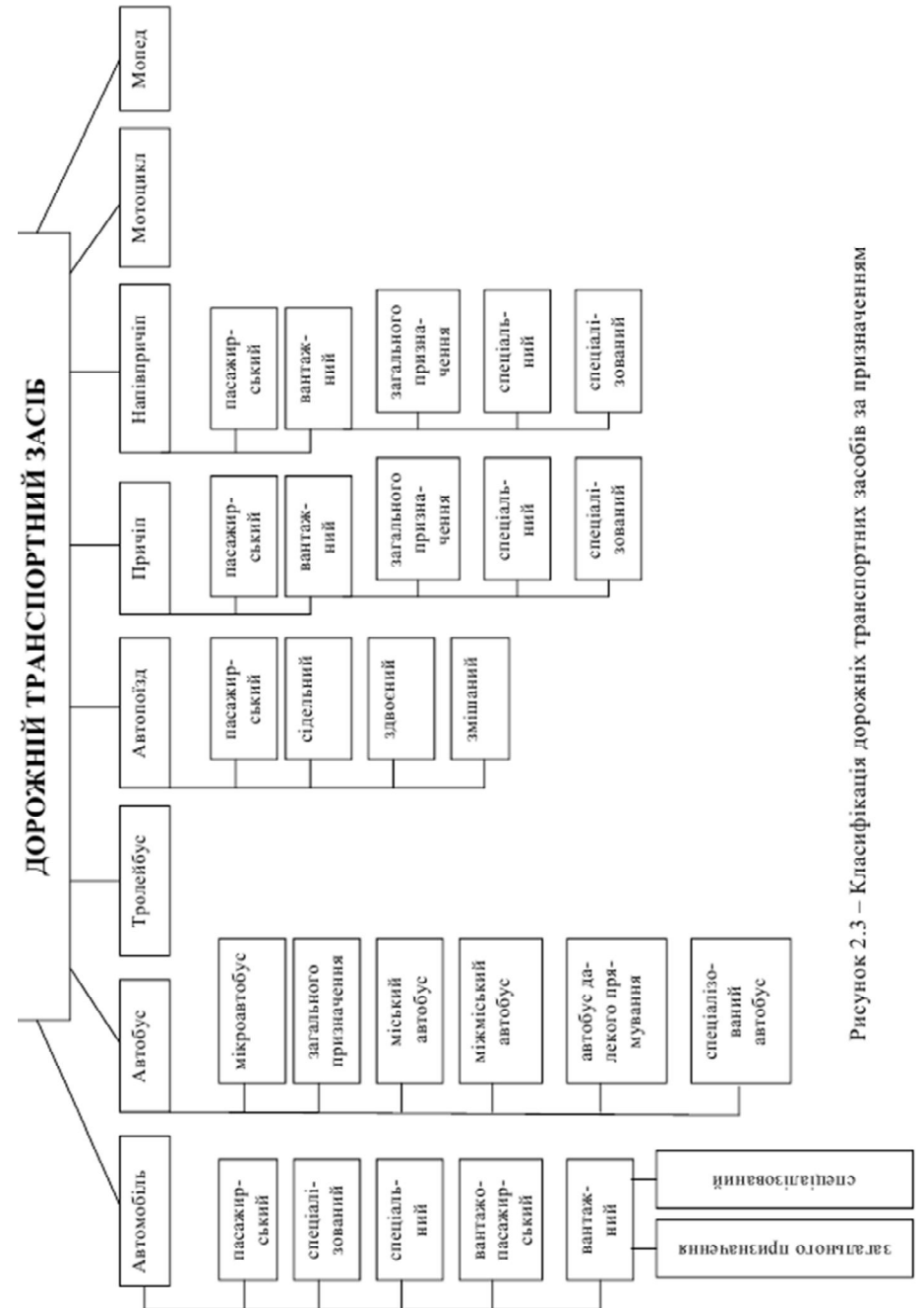


Рисунок 2.3 – Класифікація дорожніх транспортних засобів за призначенням

Таблиця 2.3 - Орієнтовні значення шуму транспортних засобів (за Є.П. Самойлюком [51])

Тип транспортного засобу	Рівень шуму, дБА
Легкові автомобілі	75 – 85
Вантажні дизельні автомобілі	92 – 100
Вантажні автомобілі з карбюраторним двигуном	82 – 86
Автобуси дизельні	90 – 96
Автобуси з карбюраторним двигуном	80 – 86
Тролейбуси	76 – 90
Трамваї	76 – 96
Мотоцикли	88 – 98
Мопеди	84 – 102

Тому в аспекті дослідження шумовипромінювання транспортного потоку інтерес представляють наступні групи транспортних засобів:

- 1) легкові автомобілі та мікроавтобуси;
- 2) вантажні автомобілі та автопоїзди;
- 3) автобуси та тролейбуси;
- 4) мотоцикли та мопеди.

Окремо, як джерело транспортного шуму, розглядається трамвай.

На загальний шум транспортного потоку впливає наявність і кількість в ньому транспортних засобів, які є найбільш активними в аспекті генерування акустичних коливань: вантажних автомобілів, автобусів, трамваїв та мопедів.

Окрім того, при проведенні досліджень необхідно враховувати, що навіть легкові автомобілі можуть вважатися джерелом підвищеного шуму нарівні з, наприклад, мопедом, якщо його глушник обладнаний системою прямого викиду відпрацьованих газів (так званий «прямотік»). Зараз ця тенденція в переоснащенні легкових автомобілів набула значного розповсюдження, що значно погіршує загальний акустичний фон поблизу автомобільних доріг.

2.4 Дослідження акустичного забруднення

Оцінка шуму транспортних потоків здійснювалася на основі стандарту [68], котрий визначає, що шумовою характеристикою транспортних потоків є еквівалент-ний рівень звуку LAекв, дБА.

Даний стандарт [68] визначає умови проведення вимірювань шуму транспортних потоків, а саме: розташування місця проведення вимірювань на відстані не менше 50 м від перехресть, зупинок громадського транспорту в місцях зі сталою швидкістю руху; відсутність вологи чи бруду на поверхні доріг, що досліджуються; час проведення вимірювань повинен співпадати з максимальною інтенсивністю руху транспортного потоку; швидкість вітру під час проведення вимірювань не повинна перевищувати 5 м/с, при швидкості вітру 1-5 м/с необхідно застосовувати захисний ковпак на мікрофон.

Виміри проводилися на вулицях Академіка Павлова, Салтівське Шосе, Ключківська та Гвардійців Широнінців м. Харкова відстані 7,5 м від вісі смуги, що є ближчою до точки проведення вимірювань, на висоті 1,5 м від поверхні дороги чи головки рейки. При цьому мікрофон не розташовувався ближче 1 м до стіни будівель або інших споруд, що відбивають звук.

При проведенні вимірювань мікрофон був орієнтований у напрямку транспортного потоку. При цьому, оператор, що проводить вимірювання, повинен розміщатися на відстані не менш ніж 0,5 м від мікрофону.

Перемикач частотної характеристики повинний знаходитися в положенні «А».

Процес вимірювання шуму транспортного потоку, до складу якого входять різні види дорожніх транспортних засобів, здійснюватися не менш як для 200 транспортних одиниць в обох напрямках.

Одночасно з проведенням вимірювань шуму досліджувався сам транспортний потік, а саме: визначався його склад та інтенсивність руху.

Під час дослідження шуму, який випромінюється транспортними засобами при русі, важливо, щоб транспортний потік рухався із встановленою швидкістю. Тому із значної кількості об'єктів дослідження, які розглядалися

як такі, де апіорі очікується значне шумове навантаження від автомобільної дороги, обрані ті, що знаходяться на відстані не менш ніж 50 м від перехрестя та світлофорів, зупиночних пунктів пасажирського транспорту та транспортних площ.

Вимірювання рівнів шуму проводилися шумоміром типу DT-8852 класу точності 2.

В табл. 2.4 наведені результати експериментальних досліджень шумовипромінювання транспортних потоків на вулицях м. Харкова, на ділянках, умови яких задовольняли вимогам [68].

Таблиця 2.4 – Результати експериментальних досліджень шумовипромінювання автотранспортних потоків

З наведених експериментальних даних видно, що немає прямої залежності еквівалентного рівня шуму від інтенсивності руху транспортних засобів по

Вулиця	N, авт /год	Частка числа відліків в даному інтервалі рівнів звуку, дБА, в сумарній кількості відліків, %								L _{Аекв} дБА
		48-52	53-57	58-62	63-67	68-72	73-77	78-82	83-87	
Академіка Павлова	1942	0	2,23	11,38	34,15	36,99	14,84	0,41	0	70
Салтівське Шосе	1570	2,16	6,08	8,24	10,59	34,9	33,53	4,31	0,19	73
Клочківська	1614	0,9	2,2	13,1	34,4	36,3	12,2	0,9	0	69
Гвардійців Широнінів	1703	2,4	8,2	10,8	11,2	30,9	32,3	3,5	0,7	72

автомобільній дорозі.

РОЗДІЛ 3

КОНСТРУКЦІЙ ДЛЯ ЗАХИСТУ СЕЛЬБИЩНОЇ ТЕРИТОРІЇ ВІД ІНГРЕДІЄНТНОГО ТА ПАРАМЕТРИЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ

3.1 Конструкції захисних екранів

В умовах архітектурної забудови великих промислових міст, що вже склалася, найбільш перспективним та ефективним заходом по обмеженню шкідливого впливу транспортного шуму на робочі місця та сельбищну зону є впровадження захисних інженерних споруд [79-81].

При поширенні акустичних коливань від транспортного потоку в навколишнє середовище кінцевий рівень звуку на об'єкті, що захищається, залежить від низки фізичних (хвильових) явищ, зокрема інтерференції акустичних коливань, їх поглинання, дифракційних явищ та ін. Ці аспекти необхідно враховувати при визначенні ефективності захисних екранів.

В той же час, ефективність шумозахисних екранів залежить від низки факторів не хвильового характеру, основними з яких є:

- 1) геометричні параметри, форма та матеріал, з якого виготовлено екран;
- 2) наявність звукопоглинаючої обробки на робочій поверхні захисного екрану;
- 3) наявність екрануючих пристроїв, з протилежного боку автомобільної дороги;
- 4) площа отворів та нещільностей в конструкції;
- 5) розташування та розміри об'єкту, що захищається та ін.

Геометричні параметри та форма суттєво впливають на ступінь ослаблення шуму, оскільки обумовлюють розміри зони акустичної тіні, яка утворюється за захисною спорудою. Наявність дифракційних явищ обумовлює зниження ефективності екрануючої конструкції та зменшення зони акустичної тіні, тому зараз при проектуванні шумозахисних екранів їх виконують складної геометричної форми із козирками та загнутими краями. Це дозволяє з одного боку перешкоджати потраплянню акустичних хвиль за екран, з іншого боку – дає змогу підвищувати ефективність відносно невеликих по висоті конструкцій [82].

Наявність звукопоглинаючого матеріалу на робочій поверхні захисного екрану дозволяє зменшити відбиття звукових хвиль від нього, тим самим

попереджаючи збільшення рівнів шуму з протилежного боку у випадку однобічного розміщення шумозахисної споруди.

У випадку розміщення захисних інженерних конструкцій по обидва боки від автомобільної дороги можливим є посилення рівнів шуму завдяки багаторазовому відбиттю звукових хвиль від поверхні конструкції, тому цей факт треба враховувати при проектуванні двобічного шумозахисту навколишнього середовища від транспортного шуму.

Наявність нещільностей в конструкції захисних екранів значно зменшує їх ефективність, оскільки дозволяє звуковим хвилям проникати у зону, що захищається.

При цьому вважається, що отвір розміром до 20 см знижує ефективність екрану на 1 дБА [82].

У випадку, якщо довжина чи висота захисної інженерної споруди за умовами розташування не достатні для створення ефективного захисту прилеглої території та об'єктів, які на ній розташовані, доцільним є улаштування екрану Т- Г- V- чи Y-образного профілю, конструкція яких дозволяє досягти зниження шуму, аналогічне плоскому екрану, за менших розмірів.

Для проведення теоретичних розрахунків орієнтовної шумозахисної ефективності захисних інженерних споруд використовуються наступні методи:

- 1) геометричний, який заснований на визначенні розмірів акустичної тіні за напівбезкінечною перешкодою;
- 2) строгі методи (отримані Зоммерфельдом та Макдональдом), засновані на визначенні дифракції звуку на екрані;
- 3) метод часткових областей та ін.

В основу геометричного методу покладено представлення хвильового поля у вигляді суми полів від променів, які не залежать від довжини хвилі.

Основа геометричного методу визначення ефективності екрануючої стінки наведено в [81], де орієнтовне зниження шуму рекомендується визначати залежно від різниці довжини шляху проходження звукового променя δ (м)

при визначеній висоті екрану.

Таким чином, в умовах великих промислових міст із забудовою, що складалася роками, та значними рівнями шуму транспортних потоків найбільш раціональним є застосування захисних інженерних конструкцій.

Конструкції захисних екранів досить різноманітні й відрізняються за багатьма показниками [87-91].

Конструкція захисних інженерних споруд може включати наступні елементи:

- 1) фундамент;
- 2) несучі елементи каркасу (стіжки, опорні профілі та ін.);
- 3) елементи кріплення;
- 3) шумопоглинальні панелі;
- 4) прозорі звуковідбивні панелі.

Захисні екрани за функціональністю можна поділити на три типи: шумопоглинальні, шумовідбивні й комбіновані. Досвід провідних виробників захисних екранів показав, що найбільш ефективними є комбіновані захисні інженерні конструкції. Такі екрани поряд з звукоізолюючими властивостями містять звукопоглинаючі, що збільшує їх ефективність.

Захисні екрани можуть бути як непрозорими, тобто складатися тільки з суцільних акустичних панелей, так і світлопрозорими – з панелями з органічного скла.

У цьому випадку екран дуже добре може вписуватися в пришляховий пейзаж і не викликає неприємних відчуттів та стомлення у водіїв, пішоходів, мешканців пришляхових районів. Можливість застосування різних конструкцій захисних екранів в залежності від потреб середовища, що оточує автомобільну дорогу, характеризує екрани як найбільш оптимальний підхід до боротьби з транспортним шумом.

При поширенні акустичних коливань від транспортного джерела шуму в навколишнє середовище при наявності захисної інженерної конструкції розглядаються чотири шляхи розповсюдження хвиль [50]:

- 1) хвилі, що проходять поверх екрану у напрямку видимості джерела шуму;
- 2) хвилі, що проходять завдяки дифракції;
- 3) хвилі, що відбиваються від поверхні захисного екрану;
- 4) хвилі, що безпосередньо проходять крізь екран та впливають на об'єкти, які підлягають захисту.

Для завдань захисту прилеглої території від транспортного шуму захисними інженерними конструкціями інтерес представляють дифракційні хвилі та хвилі, що проходять крізь захисний екран. Тому з метою підвищення ефективності застосування захисних екранів необхідно вживати заходів по збільшенню втрат енергії при проходженні акустичних хвиль крізь захисну інженерну споруду. Таку ціль переслідують різноманітні конструкції захисних екранів.

Конструкція захисного екрану [92] включає каркас із закріпленими на ньому за допомогою кріпильних елементів перфорованими пластинами різної довжини й ширини, причому поверхня, звернена до джерела шуму, є синусоїдальною. Акустичний ефект захисної інженерної конструкції полягає в тому, що звукові хвилі гасяться в її щілинах за рахунок поглинання при терті в шарах матеріалу. При цьому акустична тіль, утворена екраном, подовжується за рахунок затягування хвиль синусоїдальним рельєфом поверхні екрану, спрямованої до джерела шуму. Ефективність шумопоглинання розглянутого захисного екрану становить 5 - 7 дБ у широкому діапазоні частот.

Від розглянутої вище конструкції захисного екрану принципово відрізняється звукоізоляційна панель [93], що складається із пневматичних елементів, закритих зовнішньою захисною стінкою, що має металевий чарунковий каркас, в осередки якого поміщені пневматичні елементи. Вони закриті з однієї сторони металевою захисною сіткою, а з іншого боку - перфорованим екраном. Пневматичні елементи виконані на зовнішніх поверхнях з гофрами, на які нанесений шар звуковбирного матеріалу. Наявність гофри на порожніх елементах і розташування їх у

різних напрямках виключає резонанси між протилежними поверхнями порожніх елементів, що приводить до збільшення звукоізоляції панелі. Цьому також сприяє наявність звуковбирного матеріалу на двох зовнішніх поверхнях замкнутих гофрованих елементів.

Застосування чарункового металевого звареного каркасу приводить до зменшення витрат матеріалу на елементи кріплення. Використання набору порожніх замкнених елементів замість суцільного шару приводить до збільшення звукоізоляції.

З метою захисту робочих місць та сельбищної зони від транспортного шуму можна використовувати захисну інженерну конструкцію, що запропонована в [94-95]. Екран складається із залізобетонних опорних елементів, що мають розширення в нижній частині, і плоских плит, які уставляються в похилі пази на звернених до них площинах опорних елементів, з кутом нахилу по вертикалі, що збільшується знизу нагору, від 0° до 30°. Простір між плитами заповнено ґрунтом, у якому можна висаджувати рослини з метою збільшення акустичного ефекту й поліпшення зовнішнього вигляду шумозахисного огороження.

Інша конструкція захисного екрану пропонується в [96]. Дане шумозахисне огороження виконане у вигляді сукупності кутових відбивачів, вершини яких спрямовані у бік, протилежний звуковій хвилі, що надходить, й лежать в одній площині. Звукові хвилі, при надходженні до екрану, відбиваються від нього. Кожний з тілесних кутів екрану діє за принципом кутового відбивача й направляє відбиту звукову хвилю в напрямку до джерела звуку, якщо довжина хвилі не перевищує довжину ребер тілесних кутів. При зменшенні довжини хвилі, що падає, акустична ефективність кутового відбивача зростає за рахунок збільшення площі розсіювання, що, в свою чергу, збільшує поверхню екрану, що відбиває, в цілому. Крім того, можливе зростання акустичної активності за рахунок інтерференції падаючих і відбитих звукових хвиль.

З метою підвищення надійності захисту звуковбирного матеріалу від атмосферних впливів і ефективності його використання розроблена захисна

інженерна конструкція [97]. Горизонтальні панелі зі звуковбирним матеріалом, передбачені в її конструкції, виконані в перетині у вигляді сектору із зовнішньою поверхнею з водонепроникного матеріалу. Внутрішня поверхня панелей перфорована, а з відкритої сторони встановлена захисна сітка. Панелі нерухомо закріплені на осях, які розташовані в корпусі з можливістю повороту. У робочому положенні панелі утворюють між собою зазори, що виконують функції горловин резонаторів для поглинання шуму. З таких екранів, встановлених впритул друг до друга, можливо створити захисну стіну навколо транспортних джерел шуму.

Оригінальна конструкція захисної інженерної споруди з використанням поточного середовища як заповнювача представлена в [98]. Корпус такого захисного екрану пропонується виконувати із двох герметичних полотен гнучкого матеріалу, наприклад прогумованої тканини, які розділені на секції, утворені вертикальними швами. Секції виконані з отворами у вигляді горловин із кришками у верхній частині для заливання рідини. Нижні частини секцій з'єднані між собою з установкою в місцях з'єднання чотирьох позиційних кранів для з'єднання й роз'єднання секцій і почергового зливу з них рідини. Екран за допомогою підвісок рухливо кріпиться до троса. Рідина заливається в найбільш доступну з горловин і при відповідному положенні міжсекційних кранів заповнює порожнини інших секцій. Така конструкція захисного екрану забезпечує його мобільність і простоту зміни конфігурації.

Захисна інженерна конструкція [99] принципово відрізняється від розглянутих вище тем, що розташовується не уздовж автомобільних доріг, які є джерелами шумовипромінювання, а на конструкціях будівель, що обгороджують, зокрема, на вікнах і балконах житлових та офісних будинків, розташованих поблизу джерел акустичного дискомфорту. Розглянута захисна інженерна конструкція виконана з підвіконними плитами, з'єднаними з огороженням балкона за допомогою кронштейнів.

Кожна плита має із зовнішньої сторони пластину зі звуковбирним матеріалом, з'єднану із плитою гнучкими підвісками. У сукупності така

конструкція утворює панельний поглинач. Частота настроювання поглиначів визначається відстанню між плитою й пластинами. Настроювання на резонансну частоту здійснюються за допомогою гнучких підвісок. В якості звуковбирного матеріалу пропонується матеріал «Пемзоліт». Для забезпечення стоку дощових вод і при таненні снігу плити встановлюються з нахилом так, щоб стік води направлявся по ринвах.

В [100] пропонується спростити монтаж і знизити вартість залізобетонних шумозахисних огорожень шляхом виготовлення опорних елементів у вигляді стійок прямокутного перетину, що мають на площинах, звернених до плит, похилі пази, розташовані під кутом 45° до ребер стійок і 90° друг до друга, вертикальний паз виконується по осі стійки, при цьому акустичні плити заведені в пази стійок.

Екран для захисту від транспортних шумів [101] складається з несучої рами зі звареного трубчастого каркасу з телескопічно з'єднаними елементами й прутковими поперечками, на які покладений матеріал з великими активними втратами (наприклад, поліетиленова або тканина стрічка, оброблена матеріалом, що демпфірує). Шум від джерела, поширюючись у бік захисної інженерної конструкції, взаємодіє з його елементами. При цьому низькочастотні коливання гасяться при дисипації в процесі коливань ребер, що згинають. Середні й високочастотні коливання загасають у щілинах між ребрами екрану за рахунок активних втрат. Залежно від характеру шуму, його спектру, а також з естетичних міркувань може бути обраний різний профіль екрану.

Пластинчасті елементи, які використовуються в захисній інженерній конструкції [102], вигнуті з певним радіусом кривизни, що збільшується в напрямку від центру екрану. Вони з'єднані по одному із країв з утворенням віялообразної форми, що має вхідний канал. Звукові хвилі, що поширюються від джерела шуму, входять у канал пластинчастих елементів і загасають у результаті тертя об стінки каналу. Значна частина звукової енергії поглинається при багаторазовому відбитті від поверхонь пластин. Регулюючи кривизну пластин, можна одержати необхідне

звукопоглинання на певних частотах. Для додаткового поглинання звукової енергії поверхні пластин пропонується покривати звуковбирним матеріалом.

У зв'язку з тим, що більшість захисних інженерних конструкцій вимагають застосування значної кількості матеріалів та коштів, з метою рішення цієї проблеми, а також для підвищення технологічності й міцності екранів пропонується виконувати просторовий модуль у вигляді тристінника із середньою стовщеною стінкою й розташованими симетрично під тупим кутом до неї бічними стінками, обмеженими збіжними рівнопохилими торцевими гранями [103]. Така конфігурація модульних елементів дозволяє збирати з них захисні інженерні конструкції як прямолінійної, так і складної форми в плані. Стовщення середньої частини і зігнутість форми дозволяє забезпечувати стійкість конструкції без застосування фундаментів.

Таким чином, в загальному вигляді захисна інженерна конструкція має вигляд вертикальної стінки певної висоти, виконаний з різних матеріалів: залізобетонних панелей, дерева, цегли, металу, пластику та інших матеріалів. Кожен з цих матеріалів має свої переваги та недоліки використання, однак, в будь-якому випадку, на шумозахисну ефективність захисних екранів впливає їх геометричний розмір та форма. У зв'язку з тим, що реальний акустичний екран не може мати дуже велику висоту з міркувань естетики та економічної доцільності, їх виготовляють складної геометричної форми, яка дозволяє компенсувати зменшення геометричних розмірів.

Дифракційні явища, що виникають на гранях екрану, суттєво впливають на його ефективність, особливо в області низьких частот. Тому, в захисній інженерній конструкції необхідно передбачати додаткові заходи, які сприятимуть зменшенню розповсюдження вторинних (дифракційних) акустичних хвиль, які обгинають екран та потрапляють в область, що захищається. Цій вимозі в повній мірі відповідає захисна інженерна конструкція Y-образного профілю із звукопоглинальною поверхнею.

Вибір такої форми захисного екрану обумовлений:

1) можливістю зменшення дифракції на його кромці;

2) запобіганню утворення фронту відбитої звукової хвилі, що дає змогу не встановлювати захисний екран з протилежного боку автомобільної дороги;

3) можливістю підбору модулів екрану під заданий спектр транспортного шуму;

4) простотою монтажу та експлуатації.

Загальний вид захисної інженерної конструкції, що пропонується, наведено на рис. 3.1.

У Львові (вулиця Джерельна), де зводиться житловий комплекс «Бельгійське містечко», закладений перший камінь під будівництво шумозахисного екрана вздовж залізничної колії.

Такий проект в Україні реалізується вперше. Він став можливим завдяки залученню інвестицій з Бельгії та за сприяння Міністерства інфраструктури, Укрзалізниці, Львівської магістралі та міської влади.

З вікон вагонів потягів, які прибувають на головний вокзал Львова зі східної сторони, добре видно, як будується містечко. Адже залізнична колія у цьому місці пролягає на висоті понад 10 м. На площі 3 га вже зведено шість будинків. Трохи більше, ніж через рік будівництво завершать. Загалом тут зведуть дев'ять житлових будинків і три дитячих майданчики, а також озеленять територію. Основний акцент у концепції житла в «Бельгійському містечку» зроблено на зручність, доступність, енергозбереження та якість. У цю концепцію входить і будівництво шумозахисного екрана, що зводитиме до нормативного шум від руху потягів. Проекти шумозахисного екрана забудовник розробив, спираючись на світову практику. У світі такі об'єкти вздовж колії є нормою.

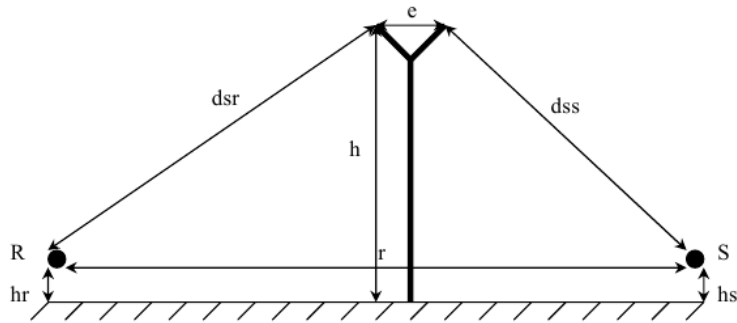


Рисунок 3.1 – Схематичне зображення захисної інженерної конструкції:

S – джерело шуму; R – об'єкт, що захищається; h – висота екрану;
 r – відстань від джерела шуму до об'єкту, що захищається; dss – відстань від джерела до першої дифракційної кромки екрану; dsr – відстань від джерела до другої акустичної кромки екрану; e – відстань між акустичними кромками екрану; hs – висота умовного акустичного центру джерела шуму; hr – висота приймача шуму.

Перший в Україні шумозахисний екран — це спеціальна конструкція висотою 5 м. Її встановлюють на відстані 5 м від колії та довжиною понад 500 м. У такий спосіб вона захищатиме від шуму не лише мешканців «Бельгійського містечка», а й усього житлового мікрорайону.

Виготовлятися шумозахисний екран, таким чином, може з різних матеріалів. Висота таких конструкцій зазвичай не перевищує восьми метрів. Дуже часто при установці огорож цього типу саме на автомобільних магістралях використовуються прозорі матеріали. Це дозволяє підвищити рівень безпеки дорожнього руху.

Крім цього, вважається, що такі матеріали дають можливість збирати більш привабливі в плані естетики екрани. Автомобільні дороги можуть захищатися як повністю прозорими екранами, так і конструкціями, що мають світлопроникні вставки. Крім полікарбонату для складання таких огорож

часто використовується також оргскло. В цьому випадку вставки бувають як повністю прозорими, так і з тонованими.

Як звукоізолятором в таких конструкціях найчастіше використовується дешева мінеральна вата (базальтова або скляна). Іноді замість неї застосовується також пінополістирол. Максимально допустимою відстанню між опорами такого паркану вважається п'ять метрів. Перед установкою кожна металева деталь такої конструкції обробляється спеціальними антикорозійними складами. Монтаж шумозахисних екранів може проводитися з облаштуванням воріт для транспорту або хвіртки для пішоходів. Внизу такі паркани часто захищаються різного роду елементами дуже високої механічної міцності, здатними без шкоди для себе витримувати удари відлітають з-під коліс автомобілів каміння.

Крім власне шумопоглинаючою, такі конструкції можуть виконувати й інші функції. Як вже згадувалося, при використанні для їх складання жароміцних матеріалів, вони можуть виступати в якості непоганий захисту від пожеж. Також шумозахисні конструкції здатні стати відмінною перепорою для житлових будівель від пилу і різного роду шкідливих газів, що летять з доріг.

Але, зрозуміло, є у конструкції цього типу і певні недоліки. Так, наприклад, в тому випадку, якщо при їх виготовленні не були використані прозорі матеріали, вони можуть значно знижувати видимість і навіть створювати у водіїв неприємне відчуття обмеженості простору, а отже, і підвищеної небезпеки. Ще одним мінусом конструкцій цього типу вважається їх дороговізна.



Рисунок 3.2 – Шумозахисний екран



Рисунок 3.3 – Шумопоглинаючий екран



Рисунок 3.4 – Полікарбонатна захисна стіна

Навіть при використанні дешевих матеріалів, їх складання зазвичай вимагає великих фінансових витрат. Тому встановлювати шумозахисний екран на дорогах слід тільки в тому випадку, якщо в цьому дійсно є серйозна необхідність. Приміром, якщо траса міжнародного або обласного значення проходить прямо через місто або інший населений пункт.

Приклад монтажу полікарбонатної захисної стіни на вулиці Липинського в м. Львів - встановлення полікарбонатного екрану висотою 3,5 метри й довжиною до 160 м. Його потребують два навчальні заклади для дітей, у приміщеннях яких рівень шуму, спричиненого автодорогою, перевищує встановлені санітарними вимогами норми.

3.3 Конструкції захисних інженерних споруд

Конструкція захисної інженерної споруди повинна задовольняти ряду вимог, а саме:

- забезпечувати максимально можливу акустичну ефективність при мінімальних геометричних розмірах;
- бути надійною та довговічною у використанні, мати високі пожежобезпечні та антивандальні показники;
- естетично вписуватися в навколишнє середовище;
- не створювати додаткових джерел небезпеки, зокрема – не зменшувати оглядовість ділянки доріг поблизу перехресть;
- не посилювати інтенсивність акустичних коливань на протилежному боці автомобільної дороги при односторонньому встановленні захисних екранів у випадку розташування там об'єктів із постійним перебуванням людей;
- витримувати значне вітрове навантаження, а також вплив інших факторів навколишнього середовища;
- складатися із матеріалів, що мають собівартість, економічно виправдану для використання їх на протяжних об'єктах.

Врахування цих вимог в конструкції захисних екранів дозволить зробити їх зручним та звичним елементом міської забудови.

У зв'язку з необхідністю забезпечення зорового комфорту мешканців сельбищної зони та достатньої видимості водіїв захисні інженерні конструкції доцільно виконувати прозорими, але це погіршує їх захисні властивості. Тому в роботі запропонована комбінована конструкція захисного екрану, що містить в собі поєднання світлопрозорих та звукопоглинальних модулів (рис. 3.5).

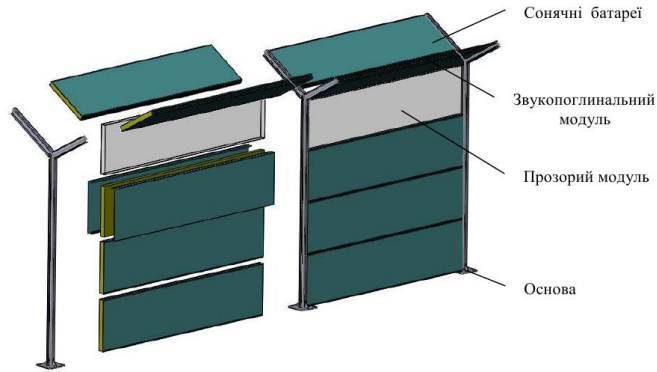


Рисунок 3.5 – Зовнішній вид та елементи конструкції захисного екрану

інгредієнтного та параметричного забруднення, але й дозволяє зберегти достатню видимість шляху та не обтяжує загальний вигляд вулиці. Враховуючи це, її можна застосовувати для захисту житлових будинків, лікарень, дитячих майданчиків та інших категорій об'єктів з особливими вимогами щодо якості повітря, які розташовані в безпосередній близькості до автомобільних доріг. Універсальність конструкції захисного екрану, що пропонується, підтверджується тим, що він може бути придатним для розміщення світильників вуличного освітлення, в яких джерелом живлення є сонячні батареї, розташовані в верхній зоні екрану. Така комбінація є економічно доцільною як з боку капіталовкладень на будівництво системи зовнішнього освітлення, так і з боку його енергоефективності.

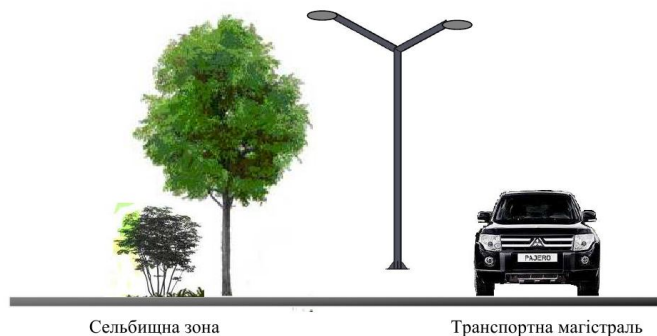
Конструкція захисного екрану передбачає застосування звукопоглинаючих матеріалів з метою зниження вторинних акустичних проявів транспортного потоку внаслідок відбиття акустичних хвиль від поверхні екрану у протилежний бік.

Під звукопоглинанням розуміється наявність конструкцій, які оброблені звукопоглинальним матеріалом, призначених зменшувати інтенсивність звукових хвиль, що відбиваються від їх поверхні, за рахунок перетворення акустичної хвилі в теплову [105].

За відсутності засобів звукопоглинання можливим є: або збільшення рівня шуму на примігстральній території з протилежного від захисної інженерної конструкції боку (у випадку одностороннього його розташування); або створення умов для багаторазового відбиття акустичних хвиль від поверхонь екрану, що призведе до зростання рівнів шуму на верхніх поверххах багатопверхівок, що розташовані на примігстральній території (у випадку розташування захисних екранів по обидва боки від автомобільної дороги).

Таким чином, впровадження звукопоглинальних елементів в конструкцію захисного екрану є важливою вимогою по забезпеченню його ефективності щодо зниження рівнів шуму на території, що розташована поблизу автомобільної дороги.

Рисунок



Захисний екран (вид у розрізі)

Дана конструкція захисної інженерної споруди не тільки дозволяє ефективно захистити сельбищну зону, прилеглу до автомобільної дороги, від

Вибір типу звукопоглинального матеріалу обумовлений специфікою його експлуатації. Серед вимог, які висуваються до матеріалу, можуть бути зазначені наступні [106-107]:

- низька гігроскопічність та біологічна стійкість;
- негорючість;
- достатня звукопоглинальна ефективність;
- стабільність акустичних характеристик.

Аналіз звукопоглинальних матеріалів, придатних для використання в якості наповнювачів звукопоглинальних модулів захисних інженерних конструкцій показав, що за своєю структурою вони поділяються на наступні види [106-107]:

- із волокнистою структурою;
- із пористою структурою;
- із пористо-губчастою структурою;
- із зернистою структурою;
- із змішаною структурою.

В якості сировини, що використовується для виробництва звукопоглинальних матеріалів, застосовуються: полімери органічного походження, композиційні матеріали, мінеральні волокна та ін.

З урахуванням того, що призначення захисного екрану полягає не тільки в зниженні акустичної складової впливу транспортних потоків на прилеглу територію, але й ступеня інгредієнтного забруднення, вибір наповнювача звукопоглинальних модулів необхідно здійснювати з урахуванням можливих абсорбційних якостей матеріалу. З урахуванням цього можливим є зниження ступеня загазованості не тільки на примігстральних територіях, але й безпосередньо в зоні руху автотранспортних потоків.

Таким вимогам задовольняють вуглецеві матеріали. В якості сировини для них можна використовувати будь-які речовини, що містять вуглець: целюлоза, торф, кам'яне вугілля, синтетичні полімерні матеріали, різні органічні відходи та ін. [108].

У зв'язку із значною кількістю варіантів отримання вуглецевих матеріалів та великою ресурсною базою, ці матеріали є досить поширеними, а їх світове виробництво досягає майже одного мільйона тон на рік.

Технологічний процес виготовлення вуглецевих матеріалів шляхом піролізу з твердої органічної сировини при різних швидкостях нагріву дозволяє отримати матеріал з різним розміром чарунок [108], що впливає на його звукопоглинальні та абсорбційні властивості.

Вуглецеві матеріали виготовляються у різних формах: гранульованими, волокнистими, пористими, плівковими. Це обумовлюється широким спектром застосування матеріалів у різних галузях промисловості.

Для умов використання вуглецевих матеріалів в звукопоглинальних модулях захисних інженерних конструкцій необхідно визначити найбільш ефективну, з точки зору гасіння акустичних хвиль, та зручну форму їх виготовлення. Слід враховувати, що шум транспортного потоку є непостійним, тому звукопоглинальний матеріал повинний бути ефективним в широкій області частот.

Ефективність звукопоглинального матеріалу в значній мірі обумовлюється низкою його характеристик, таких як: товщина; питома площа поверхні пор; загальний обсяг наскрізних каналів; щільність та інші. Виходячи з міркувань зручності монтажу та подальшої експлуатації, доцільним є використання вуглецевих матеріалів у вигляді рулонних матеріалів із волокнистою структурою, а також у вигляді пористих плит.

Для фіксації звукопоглинального матеріалу в модулі та попередженні його висипання із конструкції захисного екрану можна використовувати тканинні оболонки, які можуть бути виготовлені, наприклад, зі скляного або капронового волокна.

З метою підвищення рівня пожежної безпеки конструкції можливою є обробка тканинних оболонок антипіренами.

При порівнянні звукопоглинальної ефективності волокнистих рулонних матеріалів та пористих плит можна зробити висновок, що більший коефіцієнт звукопоглинання мають матеріали з більшою площиною пористості за

відсутності наскрізних каналів при однакових інших фізико-хімічних властивостях.

В табл. 3.1 наведені деякі характеристики волокнистих матеріалів [108], які можуть бути придатними для застосування в якості наповнювачів звукопоглинальних модулів захисних екранів.

Таблиця 3.1 – Характеристики активованих вуглецевих волокнистих матеріалів [108]

Назва матеріалу*	Питома площа, м ² /г	Розмір чарунок, нм	Тип розподілення чарунок	Сумарний об'єм мікропор, см ³ /г
Carbosieve	1179	0,3 – 0,7	Вузьке	0,43
LF 005	889	0,3 – 0,7	Вузьке	0,35
LF 143	1408	0,3 – 2,0	Відносно вузьке	0,55
LF 518	1793	0,3 – 3,0	Найширше	0,98
AX 21	3393	0,3 – 2,0	Широке	1,52

* Примітка: матеріал LF отримано з целюлози, AX – з пеку, Carbosieve – з синтетичного полімеру.

Звукопоглинальний матеріал розміщується в перфорованому металевому модулі, який забезпечує необхідну жорсткість конструкції.

3.4 Оцінка ефективності захисного екрану

Відповідно до [54] оцінка акустичної ефективності захисних інженерних конструкцій здійснюється за формулою (3.1), причому розрахункова довжина звукової хвилі приймається залежно від типу колісного транспортного засобу і для автомобілів, автобусів і тролейбусів складає 0,84м.

При оцінці ефективності захисної інженерної споруди за відсутності дифракційних крамок різниця між довжиною шляху звукової хвилі, яка пройшла крізь перешкоду (захисний екран) та акустичної хвилі, яка б

проходила за відсутністю екрану, визначається за формулою [54]:

$$\delta = a + b - c; \quad (3.1)$$

де a – найкоротша відстань між умовним акустичним центром джерела шуму та верхнім ребром екрану (для автотранспортного потоку умовний акустичний центр розташовується на осі найдальшої від розрахункової точки смуги руху на висоті 1 м від поверхні проїзної частини вулиці), м;

b – найкоротша відстань між розрахунковою точкою і верхнім ребром екрану, м;

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

Розрахункова схема для оцінки акустичної ефективності захисного екрану наведена на рис. 3.7.

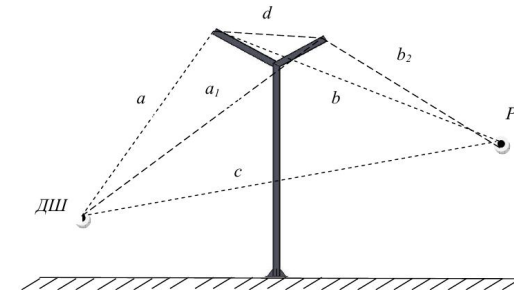


Рисунок 3.7 – Розрахункова схема для оцінки акустичної ефективності захисного екрану

Відстані за формулою 3.2 визначаються як:

$$a = \sqrt{l_1^2 + (h - h_{du})^2}, \quad (3.2)$$

де l_1 – відстань по горизонталі від умовного акустичного центру автомобільної дороги до захисного екрану, м;

h – робоча висота акустичного екрану, м;

$h_{\text{ош}}$ – висота умовного акустичного центру транспортного потоку, м;

$$b = \sqrt{l_2^2 + (h - h_{\text{pm}})^2}, \quad (3.3)$$

де l_2 – відстань по горизонталі від захисного екрану до об'єкту, що захищається, м;

h_{pm} – висота розрахункової точки на об'єкті, що захищається, м.

$$c = \sqrt{(l_1 + l_2)^2 + (h_{\text{pm}} - h_{\text{ош}})^2}, \quad (3.4)$$

У випадку наявності дифракційних кромок різниця довжини шляху акустичних хвиль визначається як [79]:

$$\delta = a_1 + d + b_2 - c; \quad (3.5)$$

Для умов автомобільної дороги з двома полосами в одному напрямку та відстані від захисного екрану до об'єкту забудови чи території, що захищається, по горизонталі 50 м при розрахунковій висоті екрану 4м: $\delta=0,2$ та $\delta^2=0,51$, тобто ефективність екрану у вигляді прямої стінки складає 11дБА, а у разі їх наявності – 15,4дБА, що підтверджує доцільність використання цієї конструкції.

3.5 Оцінка небезпеки виникнення аварійної ситуації на ділянках автомобільних доріг, що обладнані захисними інженерними спорудами

Застосування захисних інженерних споруд є оптимальним вирішенням питання захисту об'єктів і територій з підвищеними вимогами до якості

повітряного середовища, однак їх експлуатація може призвести до створення аварійної ситуації на автомобільній дорозі.

Застосовуючи теорію ризиків, проведемо аналіз ризику виникнення аварійної ситуації на автомобільній дорозі, вздовж якої встановлено захисні інженерні конструкції.

Оцінка ризику здійснюється за такою послідовністю:

- 1) ідентифікація небезпечних факторів;
- 2) визначення можливих сценаріїв розвитку небажаних подій;
- 3) оцінка ризиків з урахуванням частоти можливих аварій та можливих наслідків за визначеними сценаріями);
- 4) порівняння показників ризиків з метою визначення пріоритетних напрямів щодо забезпечення безпеки експлуатації ділянок автомобільних доріг, обладнаних захисними екранами;
- 5) розробка заходів щодо попередження виникнення аварійної ситуації на ділянці автомобільної дороги із захисним екраном.

Ідентифікація небезпечних факторів передбачає з'ясування переліку та причин виникнення джерел небезпеки, що є підґрунтям для розробки сценаріїв виникнення та розвитку аварійної ситуації.

Результати ідентифікації джерел небезпеки приведені в табл. 3.2.

На основі проведеної ідентифікації побудовано «дерево відмов», що характеризує причини виникнення аварійної ситуації на автомобільній дорозі за участю захисного екрану.

Проведений аналіз показав, що в якості джерела небезпеки виникнення аварійної ситуації визначено як сам захисний екран, так і дії зовнішніх факторів (погодних умов), а також психофізіологічні властивості водія.

Таблиця 3.2 – Результати ідентифікації небезпечних факторів встановлення захисної інженерної конструкції уздовж автомобільної дороги

№ п/п	Найменування небезпечного фактору	Джерело виникнення	Причина виникнення

1	Падіння захисного екрану чи його окремих елементів на проїжджу частину	Захисний екран	1. Неналежне закріплення елементів конструкції 2. Конструктивний недолік на етапі проектування
		Погодні умови	Надмірне вітрове чи снігове навантаження
		Сторонні об'єкти	Дії людей, інших транспортних засобів та ін., що призвели до руйнування конструкції захисного екрану з подальшим падінням на проїжджу частину
2	Обмеження видимості водія	Захисний екран	Неврахування геометрії розташування штучної споруди уздовж автомобільної дороги
3	Ослаблення уваги водія	Психофізіологічні властивості водія	1. Одноманітність вигляду захисного екрану 2. Частота мелькання опорних конструкцій

Враховуючи це, нижче наведено можливі сценарії виникнення та розвитку аварійної ситуації в системі «автомобільна дорога – автомобіль – захисний екран»:

1) зіткнення – може відбутися у наступних випадках:

- якщо водій, намагаючись виконати об'їзд перешкоди, що знаходиться на проїжджій частині, різко змінює траєкторію руху, при цьому транспортний засіб потрапляє на іншу смугу руху та стикається з іншим автомобілем, що рухається;

- якщо водій втратив увагу та вчасно не зреагував на появу інших транспортних засобів на перехресті;

2) наїзд на перешкоду – може відбутися у наступних випадках:

- коли транспортний засіб наїхав на елемент захисного екрану, що з будь-якої причини впав на проїжджу частину;

- коли водій втратив керування і автомобіль наїхав на захисний екран, що розташований на узбіччі.

З метою оцінки ступеня впливу причин розвитку зазначених вище сценаріїв проведено оцінку їх значимості, частоти виникнення та можливості виявлення задля отримання значення пріоритетного числі ризику (ПЧР) методом «Аналіз вигляду і наслідків події» («Failure Mode and Effects Analysis» (FMEA)) [109, 110]. Даний метод належить до групи детермінованих якісних методів аналізу та ризиків ДТП [111].

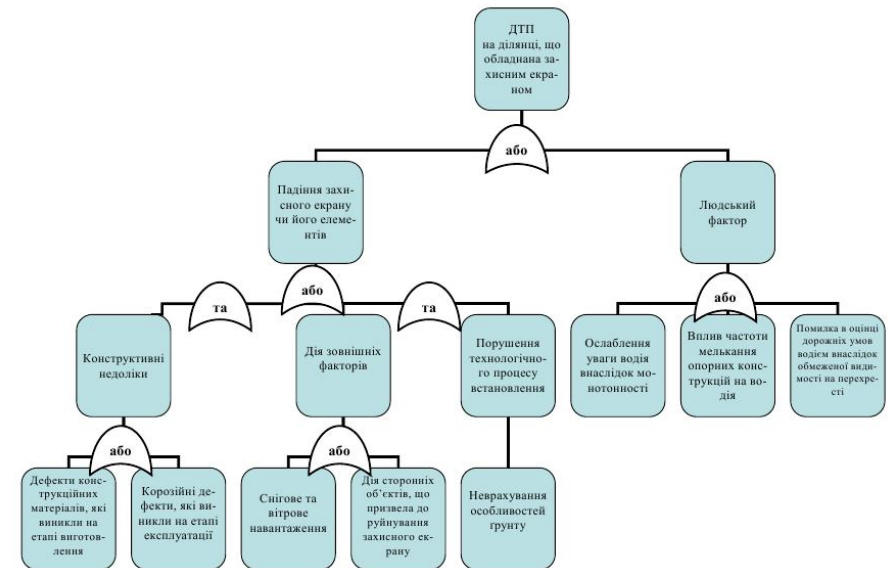


Рисунок 3.8 – «Дерево відмов» для ДТП на ділянці автомобільної дороги, обладнаній захисним екраном

3.6 Зниження рівнів шуму смугами зелених насаджень

Для забезпечення додаткового шумозахисного ефекту необхідно влаштовувати спеціальні шумозахисні смуги зелених насаджень шириною 10 - 15 м. Відстань між деревами в шумозахисній смузі має бути не більше 4 м, висота дерев не менше 5-8 м і так, щоб уявна лінія, що сполучає акустичний центр транспортного потоку з розрахунковою точкою на рівні середини

вікон останнього зверху будівель, що захищаються від шуму, проходила б на 1,5 - 2 м нижче дерев. Посадка дерев може бути рядовою або шаховою, причому обвішай простір підкрони має бути повністю заповнений кустарниками без просвітів. На кожній ділянці території може бути влаштовані одна або декілька паралельних таких смуг, розділених повітрям проміжками шириною 3 - 5 м. У загальному випадку зниження шуму шумозахисними смугами зелених насаджень залежить від ширини і кількості смуг, щільності посадки дерев і кущів, дендрологічного складу та інших чинників і повинне розраховуватися по формулі:

$$\Delta L_{A,зел} = \alpha_{зел} \cdot B; \text{ дБА}, \quad (3.5)$$

де B - ширина шумозахисної смуги зелених насаджень, м,
 $\alpha_{зел}$ - постійна загасання звуку в зелених насадженнях, дБ/м

У якості ширини смуги зелених насаджень B слід приймати торбу довжини $ди_{ш.}$ смуги на ділянці поблизу джерела шуму (транспортного потоку) і довжини $фр_{т.}$ смуги на ділянці поблизу розрахункової точки ($B = ди_{ш.} + фр_{т.}$). При підрахуванні довжин $ди_{ш.}$ і $фр_{т.}$ радіус кривої, уздовж якої визначаються ці довжини, складає 5 км. Для спрощення розрахунків допускається визначати довжини $ди_{ш.}$ і $фр_{т.}$ уздовж променів, що виходять з акустичного центру джерела шуму і з розрахункової точки під кутом 15° до поверхні території.

За відсутності точних даних приймають величину $\alpha_{зел} = 0,08$ дБА/м. Формула (3.5) справедлива при ширині смуги зелених насаджень не більше 100 м. При більшій ширині смуги чимдалі збільшення $\Delta L_{A,зел}$ значно сповільнюється і ускладнено для прогнозування. При проектуванні шумозахисної смуги зелених насаджень слід враховувати швидкість росту, можливу їх висоту, довговічність, форму і щільність крони, стійкість по відношенню до вихлопних газів.

Рекомендуються до застосування наступні породи дерев:

- береза пухнаста, дуб, клен остролистний, модрина сибірська, ялиця си-

бірська, ялина, сосна, тополі, осика, липа крупнолиста, верба срібляста (висота понад 20 м, діаметр крони 10-15 м);

- клен польовий, вільха сіра, верба ламка, каштан кінський (висота 10-20 м, діаметр крони 5 - 8 м);

- клен татарський, горобина звичайна (висота 5-10 м, діаметр крони 3-5 м);

- горобина лучнистая, глід звичайний, черемха віргінська, туя западна (висота 2-5 м, діаметр крони 1-3 м).

У якості чагарникового заповнення рекомендуються :

- великі кущі: акація жовта, бирючина, жимолость, бузок, калина, лох, бересклет (висота 4-9 м, діаметр 2-5 м);

- середні кущі: смородина золотиста, кизильник, бузок, таволга (висота 1-3 м, діаметр 2-5 м).

Ґрунт в районі зеленої смуги має бути покритий густою травою. Це сприятиме додатковому поглинанню звуку в приземному шарі.

Слід враховувати, що в холодну пору року листяні дерева скидають листя, і їх шумозахисний ефект зменшується до нуля. Посадки хвойних порід дерев ефективно знижують шум впродовж усього року. Тому доцільно вводити в шумозахисні смуги хвойні породи дерев, проте слід враховувати, що в міських умовах смороду часто погано ростуть і тому їх застосування в умовах міста обмежено. У умовах міської забудови, що склалася, шумозахисні смуги зелених насаджень практично непридатні, а звичайні міські посадки з дерев, що окремо стояти, шумозахисного ефекту не мають. Проте при проектуванні або реконструкції транспортних доріг, особливо в замській зоні, такі посадки можуть широко застосовуватися. При необхідності організації проходів в смугах зелених насаджень, ці проходи повинні проектуватися під гострим кутом до транспортної магістралі для зменшення проникнення шуму в забудову. При проектуванні смуг зелених насаджень слід також враховувати, що сморід частково поглинають шкідливі вихлопні гази автомобілів і окрім фізичного зниження шуму, створюють додатковий психологічний ефект приглушення шуму.

Вплив дендрологічного складу на зниження рівня звуку у своїх дослідженнях розглянув Є. П. Самойлюк. Асортимент деревно-чагарникових порід не можна встановлювати довільно. При його виборі необхідно враховувати безліч чинників, що впливають на умови зростання зелених насаджень і, отже, на їх шумозахисну ефективність. Це вказує на велику складність у вирішенні цього питання. Для спеціальних шумозахисних смуг слід підбирати 1-2 породи дерев: швидкорослих, димогазостійких, з масивною кроною, з великою питомою вагою "Зеленої маси".

У центрі уваги Є. П. Самойлюка [117], питання найбільш ефективного використання смуг зелених насаджень шириною 25 - 30 м, які складаються з відосблених лав (5 - 6 рядів) з хорошим підліском і кущами. Кожен ряд такої смуги дає ефект зниження близько 1,8 дБА. Бажано в плані такої смуги розташовувати по зигзагоподібній лінії, яка збільшить площу відображення звукової енергії. На велику ефективність шахової посадки вказав також Б. Г. Прутков [107]. М. М. Болховітіна вважає, що зелені насадження з шаховою конструкцією посадки на 3 - 4 дБ ефективніше знижують рівні шуму в порівнянні із зеленими насадженнями рядової конструкції посадки. За даними М. М. Болховітіної [14] була так само доведена ефективність зелених смуг. У центрі уваги роботи М. М. Болховітіної стояли питання ще недостатньо вивчені, такі як: залежності шумозахисних властивостей зелених насаджень від конструкції, ширини смуги, її дендрологічного складу, спектрального складу шумів та ін. М. М. Болховітіна доповнює зауваження В. А. Осика, Б. Г. Пруткова, М. Meister про різну ефективність шумозахисного озеленення залежно від частотної характеристики шуму.

М. М. Болховітіної була запропонована розрахункова формула, що враховує дендрологічний склад і конструкцію смуги. По цій формулі шуканий рівень шуму за смугою зелених насаджень на відстані "n" від джерела шуму визначається таким чином:

$$L_n = \frac{L_7 \cdot n \cdot b_{розр}}{k_g \cdot k_k \cdot L_7 (n - n_7) + n_7}; \quad (3.6)$$

Де L_7 - початковий рівень шуму на відстані 7 м від джерела шуму;

n - відстань від джерела шуму до шуканої точки за смугою зелених насаджень;

$b_{розр}$ - коефіцієнт, що характеризує ефективність смуги зелених насаджень по зниженню рівня шуму і визначуваний по таблиці 3.3, залежить від початкового рівня шуму;

k_g - коефіцієнт, що враховує дендрологічний склад (незалежно від конструкції посадок, для листяних порід $k_g=1$, для хвойних порід $k_g=1,2$);

k_k - коефіцієнт, що характеризує конструкцію посадок в смузі зелених насаджень (для рядової посадки незалежно від дендрологічного складу $k_k=1$, для шахової посадки $k_k=1,05$);

n_7 - відстань від джерела шуму дорівнює 7 м.

Таблиця 3.3 - Коефіцієнт ефективності смуги зелених насаджень

Початковий рівень шуму на магістралі, дБ	60	65	70	75	80	85	90
Значення розпарного коефіцієнта	0,02	0,0188	0,0175	0,0163	0,015	0,014	0,013

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

4.1 Заходи щодо зниження рівнів інгредієнтно-параметричного забруднення навколишнього середовища

4.1.1 Заходи щодо зниження інгредієнтного забруднення придорожного простору населених пунктів

У зв'язку з доведеною шкідливістю забруднюючих речовин, які містяться у відпрацьованих газах автомобільних транспортних засобів, для

навколишнього середовища та людей, які працюють або мешкають в будинках, розташованих поблизу автомобільних доріг, постає нагальна потреба в розробці організаційно-технічних заходів, які б перешкождали утворенню та розповсюдженню забруднюючих газів в атмосферний простір.

Основними напрямками покращення стану атмосферного повітря та захисту людей, які працюють чи мешкають поблизу автомобільних доріг, є:

1. Підвищення екологічності транспортних засобів на етапі проектування, експлуатації, технічного обслуговування і ремонту.
2. Перешкоджання розповсюдженню забруднюючих речовин в сельбищну зону.
3. Регулювання кількості викидів забруднюючих речовин засобами організації дорожнього руху.

Розглянуті напрямки можна деталізувати наступним чином.

1. Підвищення екологічності транспортних засобів забезпечується як на етапі їх проектування так і в ході подальшої експлуатації. Ці заходи включають в себе [55-58]:

- 1) на етапі проектування транспортного засобу:
 - використання екологічно чистих видів палива;
 - удосконалення конструкції нейтралізаторів та сажевловлювачів відпрацьованих газів;
 - удосконалення робочого циклу двигунів внутрішнього згорання;
 - використання альтернативних двигунів;
- 2) на етапі експлуатації транспортного засобу:
 - використання антиоксидантних паливних домішок;
 - застосування якісних паливних та мастильних матеріалів з покращеними екологічними властивостями;
 - посилення державного контролю за станом екологічної безпеки автотранспортних підприємств;
 - запровадження економічних важелів стимулювання оновлення автомобільного парку;
- 3) при технічному обслуговуванні і ремонті:

- удосконалення системи технічного обслуговування і ремонту транспортних засобів;
- контроль складу відпрацьованих газів після ремонту транспортного засобу;
- застосування сучасного обладнання та матеріалів при відновленні вузлів та агрегатів.

2. Перешкоджання розповсюдженню небезпечних забруднюючих речовин на сельбищну зону здійснюється за рахунок впровадження наступних заходів:

- розміщення зелених насаджень із щільним листям;
- дотримання регламентованих відстаней від автомобільної дороги до житлової чи офісної забудови;
- використання локальних конструкційних перешкод;
- розташування будівель нежитлового призначення між автомобільною дорогою та житловою забудовою;
- використання тунелів в місцях близького розташування житлової забудови до магістральної вулиці при високій інтенсивності руху транспортних засобів;

3. Регулювання кількості викидів забруднюючих речовин засобами організації дорожнього руху:

- вдосконалення системи об'їздних шляхів для автотранспортних засобів в обхід житлової забудови;
- підвищення пропускної здатності автомобільних доріг.

4.1.2 Заходи щодо зниження шкідливого впливу транспортного шуму

Складний процес розповсюдження транспортного шуму на робочі місця та сельбищну зону вимагає розробки й впровадження комплексних шумозахисних заходів.

Відповідно до [59] методи колективного захисту так класифікуються за способами реалізації: акустичні; архітектурно-планувальні; організаційно-технічні (рис. 4.1).

Стосовно захисту від шуму сельбищної зони й робочих місць, розташованих у будинках поблизу автомобільних доріг, доцільно використовувати такі акустичні засоби захисту: засоби звукоізоляції; засоби звукопоглинання, віброізоляції, демпфування та глушники шуму. Причому стосовно питання боротьби із транспортним шумом заходами з виконання звукоізоляції є підвищення звукоізолюючих властивостей конструкцій будинків і споруд, а також конструкції кабіни водія, що огорожують; акустичні екрани, відгородження [60-62]. При захисті будинків та кабіні транспортних засобів від шуму використовуються засоби звукопоглинання, а саме звуковбирні облицювання. Також можливе поєднання засобів звукоізоляції та звукопоглинання в конструкціях, що огорожують.

Використання архітектурно-планувальних та організаційно-технічних методів захисту будинків від шуму транспортних потоків може виконувати як захисні, так й естетичні функції. Ці методи містять у собі оптимальні акустичні рішення щодо планування розташування будинків; створення й оптимальне акустичне планування зон та режиму руху транспортних засобів і транспортних потоків; створення шумо захищених зон у різних місцях можливого перебування людини в процесі своєї життєдіяльності [60-61].

Одним з найбільш перспективних напрямків захисту сельбищної зони та робочих місць, що знаходяться у приміщеннях будівель, які розташовані поблизу автомобільних доріг, є застосування захисних інженерних споруд. До переваг застосування захисних екранів у порівнянні, наприклад, з зеленими насадженнями, слід віднести сталу ефективність, незалежно від періоду року, щільності листя.

Крім того ефективність дії захисних інженерних конструкцій настає з моменту їх встановлення, в той час як для досягання певної шумозахисної ефективності зеленими насадженнями потрібний тривалий час, доки дерева та кущі здобудуть певну висоту та інші характеристики.

Якщо порівнювати захисні екрани із земляними валами чи виїмками, то очевидно, що ці шумозахисні заходи доцільно застосовувати в місцях, де це дозволяє робити природний рельєф місцевості.

Слід зазначити, що вищезазначені шумозахисні заходи, а саме: земляні вали чи виїмки практично не мають застосування в умовах міста. Теж саме можна сказати про захист від транспортного шуму відстанню. Створення буферних зон в умовах зростання щільності міської забудови буде економічно невиправданим.

За кордоном достатнє поширення набуло тунельне вирішення питання боротьби з транспортним шумом. Безумовними перевагами цього рішення є висока шумозахисна ефективність, а також вирішення питання розвантаження транспортних артерій міста. Однак при розгляданні такого варіанту зниження транспортного шуму необхідно враховувати високі капіталовкладення на будівництво та подальшу експлуатацію підземних доріг.

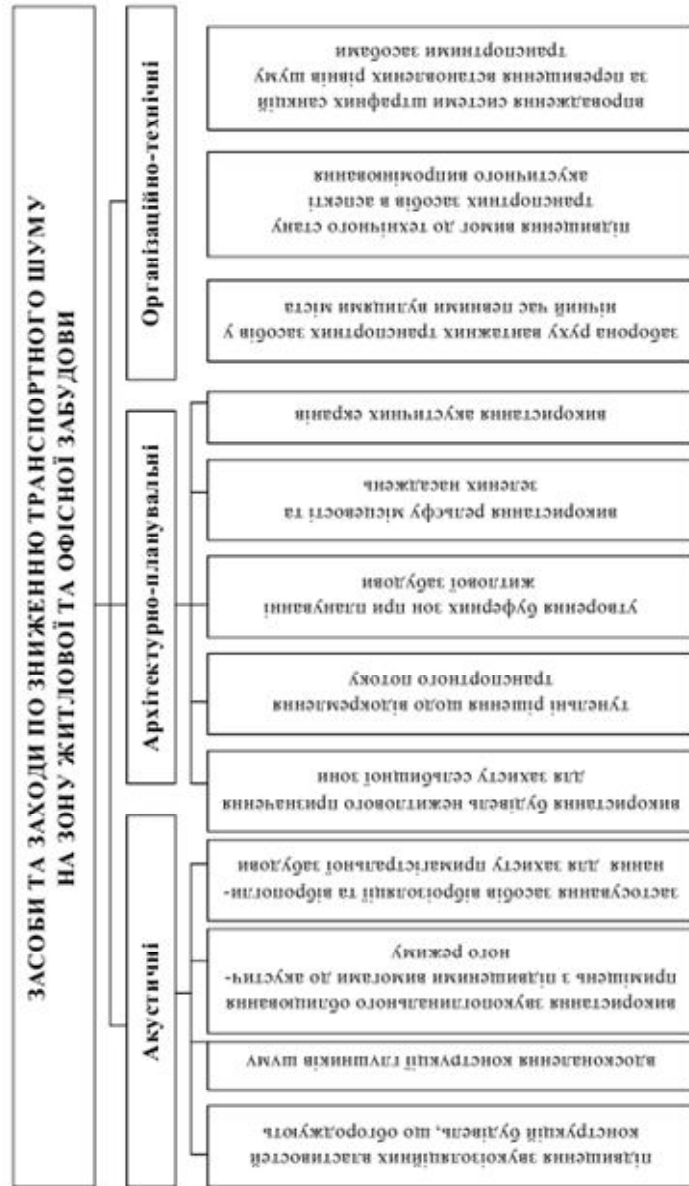


Рисунок 1.1 – Засоби захисту примагістральної території від транспортного шуму

4.2 Заходи по боротьбі з міським шумом

Заходи по боротьбі з міським шумом можна розділити на дві групи: архітектурно-планувальні і будівельно-акустичні.

Разом з розробкою заходів по зниженню шуму транспортних джерел виникає проблема боротьби з шумом, який поширюють ці джерела в довкілля. Вирішують цю проблему двома шляхами: плануванням загальних містобудівних заходів в процесі складання генеральних планів міст, проектів детального планування житлових районів і мікрорайонів, а також розробкою спеціальних шумозахисних пристосувань, що ізолюють, поглинають і відбивають шум.

Можуть бути використані різні адміністративні заходи. До них відносяться: перерозподіл руху транспортних потоків вулицями міста; обмеження руху в різний час доби по тих або інших напрямках; зміна складу транспортних засобів (наприклад, заборона використання на деяких вулицях міста вантажних автомобілів і автобусів з дизельними двигунами) і т. п.

При розробці проектів планування і забудови міст для захисту від шуму можна використати як природні умови (рельєф місцевості і зелені насадження), так і спеціальні споруди (екрани поблизу транспортних магістралей). Можна застосовувати також раціональні прийоми зонування території за умовами шумового режиму для тих або інших видів будівель, ділянок і майданчиків для відпочинку, господарчо-побутових потреб і т. п.

Розглянемо можливі варіанти захисту від шуму в містах. В першу чергу з метою захисту від шуму при проектуванні міст і інших населених пунктів необхідно чітко розділити територію по її функціональному використанню на зони: селітебну, промислову (виробничу), комунально-складську і зовнішнього транспорту. Промислові (виробничі) і комунально-складські зони, розраховані на великі вантажопотоки по транспортних магістралях, розташовують так, щоб вони не перетинали селітебну зону і не уклинювалися в неї.

Для захисту від шуму при проектуванні системи зовнішнього транспорту треба передбачати в містах об'їзні залізничні лінії (для пропускання транзитних потягів за межами міста), розміщувати сортувальні станції за

межами населених пунктів, а технічні станції і парки резервного рухомого складу, залізничні лінії для вантажних перевезень і під'їзні шляхи — за межами селітебної території; відділяти нові залізничні лінії і станції під час нового будівництва від житлової забудови міст і інших населених пунктів; дотримуватися належної відстані від меж аеропортів, заводських, військових аеродромів до меж житлової забудови. При прокладенні нових або реконструкції магістральних вулиць і доріг на селітебній території необхідно передбачати заходи по захисту від транспортного шуму, обґрунтовані акустичними розрахунками. Швидкісні дороги і дороги загальноміського значення з переважно вантажним транспортом не повинні перетинати селітебну територію. На селітебних територіях прокладення швидкісних доріг при відповідному обґрунтуванні допускається в тунелях або виїмках. Раціональні об'їзні дороги, що направляють транзитні потоки за межі міста.

В якості природних перешкод на шляху поширення шуму слід використати елементи рельєфу. При необхідності прокладення магістральних вулиць і доріг на насипах і естакадах встановлювати шумозахисні екрани.

При проектуванні вуличнодорожньої мережі мають бути передбачені максимально можливі укрупнення Міжмагістральних територій, зменшення кількості перехресть і інших транспортних вузлів, облаштування плавних криволінійних з'єднань доріг. На території житлових районів необхідно обмежувати наскрізний рух транспорту.

У архітектурно-планувальній структурі житлових районів і мікрорайонів використовують наступні способи захисту від шуму: видалення житлової забудови від джерел шуму; розташування між джерелами шуму і житловою забудовою будівель-екранів; застосування раціональних з точки зору захисту від шуму композиційних способів угруповання житлових будівель.

Функціональне зонування територій мікрорайонів слід здійснювати з урахуванням необхідності розміщення житлової забудови і дитячих дошкільних закладів в зонах, найбільш віддалених від джерел шуму, транспортних магістральних, автостоянок, гаражів, трансформаторних підстанцій та ін. В зонах, прилеглих до джерел шуму, можна будувати

будівлі, в яких допускаються більш високі рівні звуку. Це підприємства побутового обслуговування, торгівлі, громадського харчування, комунальні підприємства, адміністративно-господарські і громадські установи. Торгові центри і блоки обслуговування зазвичай будують на межі мікрорайонів уздовж транспортних магістральних у вигляді єдиного комплексу.

Якщо житлову забудову необхідно розмістити на межі мікрорайонів уздовж транспортних магістральних, доцільно використати спеціальні типи шумозахисних житлових будівель. Залежно від умов інсоляції рекомендують будувати: шумозахисні житлові будинки, архітектурно-планувальні рішення яких характеризуються орієнтацією у бік джерел шуму вікон допоміжних приміщень і не більше за одну житлову кімнату без спальних місць багатокімнатних квартир; шумозахисні житлові будинки з підвищеними звукоізоляційними властивостями зовнішніх конструкцій, що захищають, орієнтованих на джерела шуму і зі вбудованими системами припливної вентиляції.

Для забезпечення санітарних норм в квартирах і на території мікрорайонів треба використати композиційні прийоми угруповання шумозахисних будівель, засновані на створенні замкнутого простору. При розташуванні житлової забудови уздовж транспортних магістральних не слід прибігати до композиційних прийомів угруповання житлових будівель, які ґрунтуються на розкритті простору у бік проїжджої частини.

Якщо архітектурно-планувальні заходи (розриви, прийоми забудови і т. д.) не забезпечують належного шумового режиму у будівлях і на території житлового мікрорайону, а також з метою економії території, необхідної для дотримання територіальних розривів з транспортними магістралями, доцільно застосовувати будівельно-акустичні методи: шумозахисні споруди і пристрої, екрани, шумозахисні смуги озеленення, а для житлових будівель також конструкції віконних отворів з підвищеною звукоізоляцією.

В якості екранів можна використати різні будівлі і споруди: будівлі зі знизеними вимогами до шумового режиму; шумозахисні житлові будівлі; штучні або природні елементи рельєфу (виїмки, яри, земляні вали, насипи,

кургани) і стінки (придорожні підпірні, такі, що захищають і шумозахисні). Шумозахисні екрани доцільно розміщувати як можна ближче до джерела шуму.

Будівлі зі зниженими вимогами до шумового режиму (підприємства побутового обслуговування, торгівлі, громадського харчування, комунальні; громадські і культурно-освітні, адміністративно-господарські установи) і шумозахищені житлові будівлі слід розміщувати уздовж джерел шуму у вигляді фронтальної, по можливості безперервної, забудови. Приміщення адміністративних, громадських і культурно-освітніх установ з підвищеними вимогами до акустичного комфорту (конференц-зал, читальні зали, зали для глядачів театрів, кінотеатрів, клубів і т. п.) слід зводити на протилежній від джерел шуму стороні. Відділяють їх від магістралі коридорами, фойє, залами, кафе і буфетами, допоміжними приміщеннями.

Нині принцип екранування шуму починають застосовувати і у вітчизняній містобудівній практиці.

Як додатковий кошт для захисту від шуму можна використати спеціальні шумозахисні смуги зелених насаджень. Формують декілька смуг з розривами між ними, рівними висоті дерев. Ширина смуги має бути не менше 5 м, а висота дерев — не менше 5 - 8 м. На шумозахисних смугах крони дерев повинні щільно змикатися між собою. Під кронами висаджують густі кущі в шаховому порядку. Саджають швидкорослі, стійкі породи дерев і кущів. Проте ефективність навіть спеціальних шумозахисних смуг зелених насаджень невисока (5-8 дБА).

У багатьох випадках, коли будівлі розташовують на міських і районних магістральних вулицях і уздовж швидкісних доріг, зводять спеціальні шумозахисні будівлі з підвищеною звукоізоляцією зовнішніх обгороджувальних приміщень, що виходять на «шумний фасад». У таких шумозахисних будівлях, що використовуються як екран для обмеження зони поширення шуму углиб селітебної території, передбачають спеціальне планування приміщень, при якому спальні кімнати, операційні, палати орієнтовані на фасад, протилежний до магістральної вулиці.

На стадії розробки генерального плану міста доцільно складати шумову карту вулично-дорожньої мережі і найбільших джерел промислового шуму. Карти шуму складають на основі результатів натурних інструментальних вимірів в природних умовах або розрахунковим шляхом. Необхідність і доцільність використання територіальних розривів, екрануючих споруд і шумозахисних смуг зелених насаджень визначають за допомогою розрахунку рівня звуку в розрахунковій точці на території об'єкту, який необхідно захистити від шуму.

В умовах сучасних міст з масовою забудовою примігстральних територій багатоповерховими протяжними будинками для захисту населення від транспортного шуму найдоцільніше розміщувати уздовж магістральних вулиць і доріг спеціальні житлові будівлі, які прийнято називати шумозахисними або шумозахищеними. Шумозахисними житловими будівлями є:

- будівлі із спеціальними архітектурно-планувальною структурою і об'ємно-просторовим рішенням, що передбачають орієнтацію у бік джерел шуму вікон підсобних приміщень квартир і приміщень внеквартирних комунікацій, а також не більше за одну кімнату загального користування в квартирах з трьома і більше житловими кімнатами;

- будівлі, вікна і балконні двері яких мають підвищену звукоізоляцію і забезпечені спеціальними вентиляційними пристроями, поєднаними з глушниками шуму;

- будівлі комбінованого типу, в яких застосовані принципи захисту від шуму, характерні для перших двох типів будівель. Проекти шумозахисних житлових будівель рекомендується розробляти переважно на основі найбільш перспективних діючих серій типових проектів багатосекційних, коридорних і коридорно-секційних житлових будинків. Багатосекційні житлові будинки є найбільш масовими у вітчизняному житловому будівництві. Вони дозволяють komponувати різні типи квартир по плануванню і числу кімнат, мають високу містобудівну варіабельність. Тому розробка шумозахисних блок-секцій для багатосекційних житлових будинків

у складі діючих серій типових проектів повинна стати одним з основних напрямів масового впровадження шумозахисних будівель в практику житлового будівництва. Архітектурно-планувальна структура багатосекційних житлових будинків характеризується наявністю тільки вертикальних внеквартирних зв'язків. Кожна блок-секція має сходово-ліфтовий вузол, з яким безпосередньо пов'язана квартира. При проектуванні шумозахисних блок - секцій необхідно домагатися збільшення числа квартир і їх сумарної корисної площі, що доводиться на один сходово-ліфтовий вузол, з метою скорочення кількості і найбільш ефективного використання сходово - ліфтових вузлів у будинку. При плануванні шумозахисних блок-секцій слід прагнути до максимально можливого збільшення ширини корпусу, що має велике економічне значення з точки зору питомих витрат будівельних матеріалів і тепла на одиницю корисної площі.

У блок - секціях з одним сходово-ліфтовим вузлом двосторонню орієнтацію можуть мати тільки дві квартири. Інші квартири мають односторонню орієнтацію усіх приміщень. У шумозахисних блок - секціях вона має бути, природно, у бік акустичної тіні. При проектуванні планування шумозахисних блок-секцій необхідно враховувати, що для розміщення вікон житлових кімнат потрібно протяжніший світловий фронт, ніж для розміщення вікон підсобних приміщень квартир і сходово-ліфтових вузлів. Крім того, необхідно враховувати те, що квартири з односторонньою орієнтацією в шумозахисних блок-секціях займають світловий фронт також з боку акустичної тіні. Для створення компактної архітектурно-планувальної структури в шумозахисних блок-секціях з урахуванням різниці в потребі світлового фронту з боку дворового простору і з боку джерел шуму можуть застосовуватися наступні архітектурно-планувальні прийоми:

- розміщення більшості підсобних приміщень квартир (передніх, санітарних вузлів, внутріквартирних коридорів і холів) біля зовнішньої стіни, оберненої у бік джерел шуму;
- розташування сходових клітин або сходово-ліфтових вузлів довгими сторонами уздовж зовнішньої стіни, оберненої у бік джерел шуму;

- застосування різних прольотів для житлових і підсобних приміщень;
- включення до складу житлового будинку додаткових підсобних приміщень групового користування;
- розташування кімнат загального користування з боку джерел шуму, якщо норма житлової площі на одну людину і демографічний склад сімей, що заселяються, дозволяють виключити з цих кімнат спальні місця. При проектуванні шумозахисних житлових будинків необхідно прагнути до чіткості і єдності архітектурно-планувальної структури. При відповідних обґрунтуваннях допускається проектувати будинки зі змішаною структурою, коли одна частина будинку, припустимо, багатосекційного, а інша коридорного типу або блок-секція, вертикальні внеквартирні зв'язки, що мають тільки, блокуються з блок-секціями, що мають вертикальні і горизонтальні внеквартирні зв'язки і т.д. Архітектурно-планувальна структура шумозахисних житлових будинків повинна розроблятися в тісній взаємозв'язці вимог шумозахисту і інсоляції. Якщо при розташуванні шумозахисного будинку на південній стороні магістралі ці вимоги співпадають, то при розташуванні на північній стороні магістралі вони прямо протилежні. Вікна житлових кімнат при орієнтації на сонце виявлялися б орієнтованими у бік джерела шуму. Вимоги інсоляції диференційовані, як відомо, залежно від будівельно-кліматичних районів. При проектуванні шумозахисних будинків необхідно дотримуватися такого архітектурно-планувального рішення, при якому:

- усі кімнати, що були б захищені від шуму;
- усі житлові кімнати з наявністю спальних місць були б орієнтовані у бік акустичної тіні.

Виходячи з комплексного врахування вимог шумозахисту і інсоляції, застосування шумозахисних будинків із спеціальною архітектурно-планувальною структурою неможливе на північній стороні широтних магістралей в усіх будівельних кліматичних районах. Для північної сторони широтних магістралей в усіх кліматичних районах необхідно розробляти шумозахисні житлові будинки із застосуванням шумозахисних вікон або при

містобудівному проектуванні застосовувати інші містобудівні засоби шумозахисту (територіальні розриви, екранування і так далі). Шумозахисне архітектурно-планувальне рішення характеризується чітким розділенням орієнтації вікон житлових кімнат і допоміжних приміщень на протилежні сторони: житлових кімнат на південь, у бік акустичної тіні, а допоміжних приміщень - на північ, у бік транспортної магістралі. Архітектурно-планувальне рішення будинку коридорно-секційного типу. Невеликі по протяжності коридори, розташовані на другому, п'ятому і восьмому поверхах, сполучають сходові клітини з сусідніми сходово-ліфтовими вузлами в єдиний блок-секцію, такий, що має один ліфт, один сміттепровід і шість квартир на одному поверсі. Загальна протяжність шумозахисного будинку більше 300 м. На усьому протязі нижній поверх зайнятий під магазини різного профілю. Велика протяжність будинку забезпечує надійне екранування транспортного шуму і ефективне зниження рівнів шуму на території житлової забудови. Цілодобові виміри рівнів звуку в житлових кімнатах шумозахисного будинку при відкритих кватирках дали повне відповідності шумового режиму нормативним вимогам як в нічний, так і в денний періоди доби.

4.3 Заходи щодо покращення сприйняття захисних екранів водіями

Умови руху водія по ділянці автомобільної дороги, обладнаної з обох боків захисними інженерними спорудами, можна порівняти із умовами руху в тунелі, оскільки вони здійснюються в умовах певної обмеженості простору навколо автомобільної дороги. Однак вони є більш сприятливими, оскільки є безпосередній контакт із зовнішнім повітрям, що полегшує сприйняття дороги та зменшує навантаження на водія, який може відчувати певний дискомфорт в обмеженому просторі тунелю.

Крім того, при цьому немає переходу між рівнями освітлення зовні та в тунелі, що також складає більш сприятливі умови руху на даній ділянці автомобільної дороги.

В той же час, при русі автомобіля по автодорозі, обладнаній екранами, пильність уваги водія зменшується, що може стати передумовою створення аварійної ситуації не тільки на цій ділянці, але й на перехресті.

Брак інформації, яку водієві необхідно оброблювати при русі на ділянці, обладнаної захисним екраном, у поєднанні із мельканням його опор, може призвести водія до стану втоми, розслаблення, і, навіть, дрімоти [115].

Також слід враховувати, що суцільна конструкція захисного екрану сприймається як масивний об'єкт, що може змусити водія відхилитися від траєкторії прямолінійного руху та викликати ДТП або ускладнити дорожній рух [116].

У зв'язку з цим при проектуванні захисних інженерних споруд необхідно враховувати фактор сприйняття їх водієм та запроваджувати заходи, спрямовані на зменшення психологічного навантаження, що спричиняється ними.

Одним з можливих рішень є впровадження прозорих модулів в конструкцію екрану. З одного боку це, певною мірою, призводить до зниження ефективності захисту, але, з іншого боку, дає змогу зробити конструкцію візуально більш легкою та покращити її сприйняття водія та пішоходами [117].

Опорні стійки, до яких монтуються модулі захисного екрану, при проїзді повз них на певній швидкості, можуть, завдяки своїй монотонності мелькання, втомлювати водія. У зв'язку з цим їх рекомендовано встановлювати на відстані не менш ніж 50 м одна від одної на прямолінійних ділянках автомобільної дороги [115].

На криволінійних ділянках відстань між ними залежить від радіусу кривої: із збільшенням радіусу збільшується відстань між стійками [115].

Кольорове оформлення захисної інженерної конструкції повинно бути виконане в нейтральних тонах, оскільки яскраве її пофарбування може призвести до перевантаження водія додатковою інформацією, яка є непотрібною для здійснення руху.

З метою покращення сприйняття можливим є фактурне оформлення поверхонь екрану, що розташовані в бік автомобільної дороги.

У великих містах з інтенсивним рухом транспортних засобів в потоці постає нагальна потреба в захисті мешканців приміагістральних територій від шкідливого впливу інгредієнтного та параметричного забруднення, що утворюються внаслідок

руху автомобілів. Аналіз можливих шляхів вирішення цього питання показав доцільність використання захисних екранів, які мають ряд переваг перед іншими засобами захисту: по-перше, їх застосування можливе в умовах міської забудови, що вже склалася; по-друге, захисна ефективність екранів є високою як у відношенні до інгредієнтного забруднення приміагістральних територій (близько 50 – 60 %), так і відносно акустичних коливань, рівні звукового тиску яких знижуються майже на 10 – 18 дБ в середньо- та високочастотному діапазоні частот. Також слід зауважити, що комбінацією звукопоглинальних та звуковідбивних елементів можливо досягти максимального захисного ефекту в аспекті попередження розповсюдження акустичних коливань.

У- образна форма, що запропонована в роботі, обрана з міркувань зниження дифракційних явищ на кромках захисної інженерної споруди. Розрахунковим шляхом доведено, що використання захисних екранів такої форми дозволяє досягти аналогічного ефекту при меншій його висоті, що є позитивним моментом при застосуванні для захисту житлової забудови. Проведений розрахунок показав ефективність такої конструкції у порівнянні із екраном-стілкою на рівні 4,4 дБА.

Конструкція захисного екрану поєднує в собі звукопоглинальні та світлопрозорі модулі, які дозволяють не тільки знизити вторинні акустичні хвилі, а й забезпечити видимість шляху та приємний вигляд.

Крім захисних властивостей, конструкцією захисної інженерної споруди передбачено використання енергоефективних технологій живлення зовнішнього освітлення. Світильники пропонується розташовувати на елементах екрану, їх живлення здійснюватиметься від сонячних батарей, які розміщуються у верхній частині екрану.

З метою підвищення ефективності захисту приміагістральної території від шкідливої дії забруднюючих речовин, які виділяються автотранспортними засобами з відпрацьованими газами, в конструкції захисного екрану пропонується використовувати матеріали з адсорбційними властивостями, які мають поглинальні властивості відносно хімічних забруднювачів.

Таким чином, запропонована конструкція захисної інженерної споруди комплексно вирішує питання захисту сельбищної зони, що розташована поблизу автомобільної дороги, від шкідливого впливу інгредієнтного та параметричного забруднення.

Встановлення захисних екранів уздовж певної ділянки автомобільної дороги може збільшити небезпеку руху по ній. Небезпечні фактори виникають як з боку самих захисних екранів, так і з боку водіїв завдяки збільшенню навантаження на їх психоемоційну сферу.

З метою визначення пріоритетних напрямів підвищення безпеки експлуатації ділянок автодоріг, обладнаних захисними інженерними конструкціями, проведено аналіз причин виникнення ДТП та ступеня їх впливу із використанням методу Failure Mode and Effects Analysis. Це дозволило визначити пріоритетні шляхи щодо застосування керуючих дій в напрямку попередження виникнення аварійної ситуації на ділянці автомобільної дороги, що обладнана захисними екранами.

Для попередження виникнення ДТП внаслідок падіння захисного екрану чи його окремих елементів на проїжджу частину, в розділі в результаті проведених інженерних розрахунків сформульовано вимоги щодо граничних та експлуатаційних показників снігового та вітрового навантаження, які необхідно враховувати при проектуванні захисної інженерної конструкції.

Також розглянуто психофізіологічні аспекти сприйняття захисних екранів водіями та запропоновано шляхи його поліпшення в аспекти кольорового оздоблення, регулювання частоти мелькання опор та застосування прозорих модулів.

Реалізація запропонованих рішень в конструкції захисного екрану та на етапі його встановлення дозволить підвищити безпеку експлуатації ділянок автомобільних доріг, обладнаних даними дорожніми спорудами.

Задля досягнення максимально можливої ефективності захисту приміагістральної території, захисні інженерні конструкції повинні бути достатньо високими та простягатися на значну відстань уздовж сельбищної зони, забезпечуючи достатній розмір зони акустичної тіні. При цьому, державні будівельні норми [81] регламентують встановлення захисних інженерних споруд якомога ближче до автомобільної дороги за умови забезпечення безпеки дорожнього руху. В [112]

зазначено, що захисні екрани мають бути встановлені на відстані, не більшої ніж 5-6 м від осі крайньої смуги проїзної частини.

На перехрестях, відповідно до вимог [113], видимість повинна бути забезпечена за умови відстані між сторонами трикутника видимості, що становить 150х150 м.

При влаштуванні захисної інженерної споруди важливо забезпечити щільність елементів з метою створення акустично непрозорої монолітної конструкції.

З метою попередження реалізації ДТП на ділянці автомобільної дороги, де встановлено захисний екран, необхідно забезпечити належну міцність конструкції з урахуванням можливих навантажень та впливів.

З метою попередження падіння захисного екрану, він має бути встановлений на самостійний фундамент та розрахований на вітрове, снігове та сейсмічне навантаження.

ВИСНОВКИ

1. Доведено, що забруднення придорожнього простору населених пунктів залежить від складу автотранспортного потоку та факторів навколишнього середовища, причому вклад останнього, зокрема швидкість вітру в напрямку автомобільної дороги, є більш вагомим у порівнянні із складом автотранспортного потоку.

2. Наявність щільної забудови на вулицях мегаполісів призводить до утворення так званого коридору, що обумовлює накопичення шкідливих речовин, які містяться у викидах відпрацьованого палива, що несприятливо впливає на прилеглу сельбищну територію та може викликати погіршення самопочуття та підвищення рівнів захворюваності її мешканців.

3. Встановлено, що на ступінь інгредієнтного забруднення повітряного середовища зони впливу автомобільної дороги в найбільшій мірі впливає швидкість вітру.

4. Для захисту навколишнього середовища, зокрема сельбищної зони та об'єктів з особливими вимогами до якості атмосферного повітря, розташованих біля

автомобільної дороги, запропоновано застосування захисної інженерної споруди Y-образного профілю, яка поєднує в собі прозорі та звукопоглинальні модулі.

5. Розрахунок загасання акустичних хвиль на кромках захисної інженерної конструкції показав, що Y-образний профіль захисного екрану дозволяє зменшити його висоту при збереженні захисних властивостей, що є суттєвою перевагою для захисту багатопверхової забудови.

6. Запропонована конструкція захисної інженерної споруди може бути доповнена світильниками зовнішнього освітлення, живлення яких передбачено від сонячних батарей, розташованих у верхній частині захисної споруди. Це дозволить не тільки захистити примігстральну територію від інгредієнтного та параметричного забруднення, але й запровадити енергоефективну систему зовнішнього освітлення.

7. Проведено аналіз небезпеки виникнення дорожньо-транспортних пригод на ділянках автомобільних доріг, обладнаних захисними спорудами, а також розглянуті питання щодо підвищення естетичності його сприйняття.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Екологія та автомобільний транспорт : навч. посібник / Ю.Ф. Гутаревич, Д.В.Зеркалов, А.Г. Говорун [та ін.]. – К. : Арістей, 2006. – 292 с.
2. Экологические проблемы автомобильного транспорта : учеб. пособие / Е.А. Захаров, С.Н. Шумский. – Волгоград : ВолГТУ, 2007. – 107 с.
3. Экологическая безопасность транспортных средств : учеб. пособие / В.С. Морозова, В.Л. Поляцко. – Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2011. – 154 с.
4. Автотранспортные потоки и окружающая среда : учеб. пособие для вузов / В.Н. Луканин, А.П. Буслаев, Ю.В. Трофименко ; под ред. В.Н. Луканина – М.: ИНФРА-М, 1998. – 408 с.
5. Пляцук Л.Д. Оцінка викидів шкідливих речовин від автотранспортних засобів / Л.Д. Пляцук, Р.А. Васькін, В.О. Соляник [та ін.] // Екологічна безпека. – Вип. 2/2011 (12). – Кременчуг: КрНУ, 2011. – С. 116–118.
6. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами) : Правила № 201) [Чинний від

1997–07–09]. – К., 1997. – 28 с.

7. Оцінка стану забруднення атмосферного повітря в Ужгороді та його вплив на поширеність хвороб органів дихання серед дітей [зб. наук. пр.] / В.П. Маркович, В.І. Петричко, В.В. Орел. – Вип. 59. – К.: Державна установа «Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва АМН України», 2012. – С. 57–62.

8. Вплив хімічного забруднення атмосферного повітря на онкологічну захворюваність населення [зб. наук. пр.] / О.В. Швагер, О.М. Литвиченко, І.О.Черниченко. – Вип. 58. – К.: Державна установа «Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва АМН України», 2011. – С. 136–142.

9. Деякі аспекти канцерогенної небезпеки забруднення повітря житлових приміщень [зб. наук. пр.] / І.О. Черниченко, Н.О. Зінченко, Н.В. Баленко, Л.С. Соверткова. – Вип. 55. – К.: Державна установа «Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва АМН України», 2010. – С. 145–150.

10. Ще раз про роль автотранспорту в забрудненні атмосферного повітря [зб. наук. пр.] / І.О. Черниченко, Я.В. Першегуба, Л.С. Соверткова, Н.В. Баленко. – Вип. 55. – К.: Державна установа «Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва АМН України», 2010. – С. 150–157.

11. Особливості формування канцерогенного ризику для населення, що проживає в зоні впливу автомагістралі [зб. наук. пр.] / І.О. Черниченко, Я.В. Першегуба, О.М. Литвиченко, О.В. Швагер. – Вип. 56. – К.: Державна установа «Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва АМН України», 2010. – С. 159–167.

12. Полищук С.З. Оценка проникновения вредных веществ от автотранспорта с приточным воздухом в помещения / С.З. Полищук, И.Л. Ветвицкий, А.И. Кораблева [та ін.] // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Вип. 4 (2009). – Дніпропетровськ: ПДАБА, 2009. – С. 47–52.

13. Gergely Balazs Noise mapping – Good Practice Guide [Електронний ресурс] / Gergely Balazs // The European Information and Resource Center. – 2009. – Режим доступу: <http://www.xs4all.nl/~trigolett/ENGELS/eu/index.htm> – Назва з екрану. – Дата звернення: 12.12.2019.

14. Europa: Gateway to the European Union [Електронний ресурс] // Official website of the European Union. – 2013. – Режим доступу: http://europa.eu/index_en.htm – Назва з екрану. – Дата звернення: 04.02.2019.

15. Strategic Noise Mapping Austria [Електронний ресурс] // Abteilung Verkehr, Mobilität, Siedlungswesen und Lärm Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. – 24.09.2019. – Режим доступу: http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/ed705_02.htm – Назва з екрану. – Дата звернення: 23.12.2019.

16. Murphy E. Environmental Noise Pollution, Noise Mapping, Public Health and Policy // Murphy E., King E. – University of Hartford, CT, Elsevier Inc., 2014 y. – 282 p.

17. James P. Chambers. Noise Pollution / Chambers James P. // Advanced Air and Noise Pollution Control. – 2005. – Volume 2. – pp 441–452.

18. Traffic and Environment / [D. Gruden, W. Berg, K. Bormann et al.]. – Luxemburg, Springer, 2011 y. – 294 p.

19. Environmental impact from different modes of transport – Method of comparison [Electronic resource]. – Electronic data. – [Stockholm : Swedish environmental protection agency report, 2009]. – 65 p. – Mode of access: World Wide Web: <http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-5183-0.pdf> (viewed on July, 23, 2014). – Title from screen.

20. Alimohammadi I. The effects of road traffic noise on mental performance [Electronic resource] / Alimohammadi I, Soltani R., Sandrock S. // Iranian Journal of Environmental Health Science & Engineering. – Electronic data. – [BioMed Central, 2013]. – Vol. 5. – Mode of access: World Wide Web: <http://jehse.biomedcentral.com/articles/10.1186/1735-2746-10-18> (viewed on February, 15, 2014). – Title from screen.

21. Шейкіна Ю.О. Акустичне забруднення селітебного середовища міста від транспортних потоків / Ю.О. Шейкіна, О.О. Мислюк // Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського : зб. наук. пр. / Кременчуцький держ. політехн. ун-т ім. М. Остроградського. – Кременчук, 2007. – Вип. 5/2007 (46). Частина 1. – С. 144–147.

22. Семашко П.В. Гігієнічна оцінка підземних паркінгів як потенційних джерел акустичного забруднення прилеглих до них територій житлової забудови / П.В.

Семашко, С.В. Прогас // Довкілля та здоров'я : наук. журн. / Інститут гігієни та мед. екол. ім. О.М. Марзєєва. – 2010. – Вип. 2 (53). – С. 23–27.

23. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів : ДСП 173-96. [Чинний від 1996-06-19]. – Київ : Мінохорони праці України, 1996. – 25 с. – (Національний стандарт України).

24. Норми і методи вимірювань димності у відпрацьованих газах автомобілів з дизелями або газодизелями : ДСТУ 4276:2004. [Чинний від 2004-01-31]. – Київ : Держспоживстандарт України, 2004. – 18 с. – (Національний стандарт України).

25. Стандарты Euro и Stage для дизельных двигателей [Електронний ресурс] : Режим доступу: <http://rentenergo.ru/news/novinki-na-rynke/standartyi-euro-i-stage-dlya-dizelnyih-dvigatel> – Назва з екрану. – Дата звернення: 03.12.2019.

26. Transport & Environment [Електронний ресурс] : Режим доступу: <http://ec.europa.eu/environment/air/transport/road.htm> – Назва з екрану. – Дата звернення: 04.12.2019.

27. Сводная резолюция о конструкции транспортных средств : (СР.3) ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.2 [Чинний від 2011–06–30]. – Женева, 2011. – 96 с.

28. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами) : ДСП-201–97 [Чинний від 1997–07–09]. – К., 1997. – 17 с.

29. Шум. Общие требования безопасности : ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ [Чинний від 1983–06–06]. – М., 1983. – 13 с.

30. Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження транспортних засобів категорій L2, L4 та L5 стосовно створюваними ними шуму (UN/ECE R 9–06:1997, IDT) : ДСТУ UN/ECE R 9–06:2004 [Чинний від 2005–10–01]. – К., 2005. – 28 с.

31. Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження мотоциклів, стосовно створюваного ними шуму (UN/ECE R 41–03:2000, IDT) : ДСТУ UN/ECE R 41–03:2005 [Чинний від 2007–07–01]. – К., 2007. – 55 с.

32. Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження автотранспортних засобів, що мають не менше ніж чотири колеса, стосовно створюваними ними шуму (UN/ECE R 51–02:1996, IDT) : ДСТУ UN/ECE R 51–02:2004 [Чинний від 2006–01–01]. – К., 2004. – 36 с.

33. Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження двоколісних мопедів стосовно створюваними ними шуму (UN/ECE R 63–01:1985, IDT) : ДСТУ UN/ECE R 63–01:2004 [Чинний від 2006–01–01]. – К., 2004. – 27 с.

34. Прищепов О.Ф., Левицька О.С. Методика дослідження процесів розсіювання забруднюючих речовин в повітрі, деформованому рухом транспорту / О.Ф. Прищепов, О.С. Левицька. – Техногенна безпека. Наукові праці. – Т. 73. – Вип. 60. – С. 62–65.

35. Внукова Н.В. Вибір екологічно значимих параметрів автотранспортних систем для оцінки екологічної небезпеки придорожнього простору / Н.В. Внукова, Г.М. Желновач // Екологічна безпека. – Вип. 2/2011 (12). – Кременчук: КрНУ, 2011. – С. 119–123.

36. Дорожно-транспортная экология : учеб. пособие / [Е.В. Бондаренко, Г.П. Дворников] ; под редакцией А.А. Цыцурь. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2004. – 113 с.

37. Бабій В.Ф., Худова В. М., Кондратенко О.С., Пономаренко А.М. Вплив транспортних чинників на екологічний стан великих міст [зб. наук. пр.] / В. Ф. Бабій, В. М. Худова, О. С. Кондратенко, А. М. Пономаренко. – Вип. 58. – К.: Державна установа "Інститут гігієни та медичної екології ім. О. М. Марзєєва АМН України", 2011. – С. 57–60.

38. Організація моніторингового дослідження забруднення повітря автотранспортом у Деснянському районі м. Києва [зб. наук. пр.] / О.В. Безкровна, В.П. Скопенко. – Вип. 57. – К.: Державна установа "Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва АМН України", 2011. – С. 72–76.

39. Екологічна оцінка автотранспорту міста за показниками кількості викидів шкідливих речовин [зб. наук. пр.] / В.Ф. Бабій, В.М. Худова, О.С. Кондратенко, С. М. Тимошенко. – Вип. 56. – К.: Державна установа "Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва АМН України", 2010. – С. 37–40.

40. Иносэ Х. Управление дорожным движением / Х. Иносэ, Т. Хамада ; под ред. М.Я. Блинкина. – М. : Транспорт, 1983. – 248 с.

41. Berglund B. Guidelines for community noise / B. Berglund, T.L. Dietrich, H. Schwela. – Geneva : World Health Organization, 2011 y. – 160 p.

42. Говорущенко Н.Я. Экономия топлива и снижение токсичности на автомобильном транспорте / Н.Я. Говорущенко. – М.: Транспорт, 1990. – 135 с.
43. Экологические проблемы автомобильного транспорта в городах : учеб. пособие / В.Л. Жданов. – Кемерово : КузГТУ, 2012. – 190 с.
44. Daley B. Air Transport and the Environment: Ashgate Farnham / B. Daley. – Surrey, 2010. – 255 p.
45. Gruden D. Umweltschutz in der Automobilindustrie: Motor, Kraftstoffe, Recycling: Vieweg+Teubner / D. Gruden. – Wiesbaden : GWV Fachverlage GmbH, 2008. – 423 p.
46. Schwela D., Zali O. Urban Traffic Pollution / D. Schwela, O. Zali. – London, E&FN Spon 1999. – 232 p.
47. Білятинський О.А. Проектування автомобільних доріг : підручник у 2 ч. / О.А. Білятинський [та ін]. – К. : Вища школа, 1998. – 320 с.
48. Носырев Д.Я., Скачкова Е.А. Расчет выбросов вредных веществ от стационарных и подвижных источников / Д.Я. Носырев, Е.А. Скачкова. – Самара : СамГАПС, 2014. – 112с.
49. Екологічна оцінка перетинів міських магістралей у різних рівнях: навчальний посібник / М.М. Осетрін, Б.В. Солуха, Т.О. Шилова та ін. – К.: КНУБА, 2010. – 108 с.
50. Поспелов П.И. Борьба с шумом на автомобильных дорогах / П.И. Поспелов. – М.: Транспорт, 1981. – 88 с.
51. Самойлок Е.П. Борьба с шумом в градостроительстве / Е.П. Самойлок. – Киев : Будивельник, 1975. – 128 с.
52. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: учебник / Н.И. Иванов. – М.: Университетская книга, Логос, 2008. – 424 с.
53. Луканин В.Н. Промышленно-транспортная экология: Учеб. для вузов / В.Н. Луканин, Ю.В. Трофименко ; под ред. В.Н. Луканина. – М.: Высшая школа, 2003. – 273 с.
54. Настанова з розрахунку та проектування захисту від шуму сельбищних територій : ДСТУ-Н Б В.1.1-33:2013 [Чинний від 2014-01-01]. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 46 с.

55. Базаров Б.И. Экологическая безопасность автотранспортных средств / Б.И. Базаров. – Вид. 2-ге. – Ташкент: ТАДИ, 2007. – 104 с.
56. Аксенов И.Я. Транспорт и охрана окружающей среды / И.Я. Аксенов, В.И. Аксенов. – М.: Транспорт, 1986. – 176 с.
57. Сафронов Э.А. Транспортные системы городов и регионов : учеб. пособие / Э.А.Сафронов. – Издательство АСВ. – М., 2011. – 272 с.
58. Угненко Є.Б., Ужвієва О.М. Удосконалення методу обґрунтування будівництва об'єктів населених пунктів з урахуванням екологічних показників : монографія / Є.Б. Угненко, О.М. Ужвієва; Харків. нац. автомоб.-дорож. ун-т. - Харків : ХНАДУ, 2014. - 135 с.
59. Средства и методы защиты от шума. Классификация : ГОСТ 12.1.029-80. ССБТ [Чинний від 1981-07-01]. – М., 1981. – 3 с.
60. Данова В.В. Акустичні та архітектурно-планувальні засоби зниження транспортного шуму / К.В. Данова, В.В. Данова // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА ХОТВ АБУ, 2009. – № 53. – С. 253–257.
61. Данова В.В. Вплив транспортного шуму на людину та шляхи його зниження / К.В. Данова, В.В. Данова // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА ХОТВ АБУ, 2009. – № 55. – С. 270–273.
62. Малишева В.В. Захист сельбищної зони від шуму транспортної магістралі акустичними методами / М.В. Хворост, С.А. Грязнова, В.В. Малишева // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Харків: Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 2014. – № 4 (41). – С. 79–81.
63. Нормы витрат топлива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті : Наказ Міністерства транспорту України [Чинний від 1998-02-10]. – К., 1998. – 15 с.
64. Методика розрахунку викидів забруднюючих речовин у повітря автотранспортом, який використовується суб'єктами господарської діяльності та іншими юридичними особами всіх форм власності [Чинний від 2000-09-06]. – К., 2000. – 24 с.

65. Рекомендації із забезпечення екологічної безпеки автомобільних доріг за напрямками міжнародних транспортних коридорів відповідно до європейських стандартів : РВ 2.3-218-02071168-525:2006 [Чинний від 2006-06-01]. – К., 2006. – 25 с.
66. Мокін Б.І. Методологія та організація наукових досліджень : навч. пос. / Б.І. Мокін, О.Б. Мокін. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 180 с.
67. Засоби транспортні дорожні. Типи. Терміни та визначення : ДСТУ 2984-95 [Чинний від 1996-01-01]. – К., 1995. – 5 с.
68. Методика досліджень та оцінки шумового навантаження : М 218-03449261-258-2004 [Чинний від 2004-04-23]. – К., 2004. – 18 с.
69. Апостолок С.О. Промислова екологія / С.О. Апостолок, В.С. Джигирей, І.А. Соколовський. – Київ : Знання, 2012. – 430 с.
70. Захист територій, будинків і споруд від шуму : ДБН В.1.1-31:2013 [Чинний від 2014-06-01]. – Київ : Мінрегіонбуд України. – 54 с.
71. Защита от шума (Из змінами відповідно до наказу Держбуду України від 29.01.2003 р. № 7) : СНиП П-12-77 [Чинний від 1977-06-14]. – М., 1977. – 9 с.
72. Захист територій, будинків і споруд від шуму : ДБН В.1.1-31:2013 [Чинний від 2014-06-01]. – К.: Мінрегіон України, 2014. – 54 с.
73. Евгенъев Г.И. Применение шумозащитных экранов на автомобильных дорогах США [Электронный ресурс] : под ред. Евгенъева Г.И. // Автомобильные дороги и мосты: Обзорная информация. – Вып. 5. – М.: Федеральное государственное унитарное предприятие «Информационный центр по автомобильным дорогам», 2005. Режим доступа: <http://www.norm-load.ru/SNiP/Data1/56/56231/index.htm#i45589> – Назва з екрану. – Дата звернення: 12.12.2019.
74. Настанова з розрахунку та проектування захисту від шуму сельбищних територій : ДСТУ-Н Б В.1.1-33:2013 [Чинний від 2014-01-01]. – Київ : Мінрегіонбуд України. – 36 с.
75. Основы акустики : навч. посібник / [Грінченко В.Т., Вовк І.В., Мацапура В.Т.]. – К.: Науково-виробниче підприємство «Видавництво «Наукова думка» НАН України, 2007. – 640 с.

76. Abatement of traffic noise - the arguments for asphalt [Electronic resource]. – Electronic data. – [Belgium, European Asphalt Pavement Association, 2007] – 24 p. – Mode of access: world Wide Web: http://www.eapa.org/usr_img/position_paper/abatement_traffic_noise2007.pdf (viewed on January, 18, 2014). – Title from screen.
77. Шубин И.Л. Акустический расчет и проектирование конструкций шумозащитных экранов : автореферат дис. ... д-ра техн. наук : 05.23.01 / И.Л. Шубин. – М., 2011. – 47 с.
78. Zбмеєннк J. Noise barriers / J. Zбмеєннк // Nova Biotechnologica. – 2005. – № V-I. – С. 167–172.

ВІДГУК
керівника кваліфікаційної роботи

здобувача рівня вищої освіти «другий (магістерський)» Холер Басель Джаміль
(П.І.Б.)

Кваліфікаційна робота на тему: «Вплив функціонування мережі автомобільних доріг України на природне середовище»

Виконана згідно до завдання, відповідає темі, містить 34 листа
(не згідно) (не відповідає)

графічного матеріалу і пояснювальну записку з 96 сторінок, підписана консультантами і має рецензію.

1. Актуальність теми, наявність замовлення роботи підприємством (організацією) _____
Слід визначити, що тема магістерської роботи є актуальною тому що розглянуте зниження шкідливого впливу автомобільних доріг на приміагістральну територію, з метою зниження екологічного навантаження на зону житлової забудови, яке сприятиме захисту здоров'я її мешканців та підвищення рівня життя в цілому.

2. Глибина обґрунтувань прийнятих рішень (повнота розрахунків, наявність багатоваріантності) _____
У магістерській роботі досліджені та узагальнені методичні підходи спрямовані на підвищення надійності функціонування автомобільних доріг. Наведені залежності інгредієнтного і параметричного забруднення від параметрів транспортного потоку та навколишнього середовища. Наведені приклади впровадження інженерних конструкцій для захисту сільбищних територій від інгредієнтного та параметричного забруднення.

3. Загальний рівень підготовки та ерудиції здобувача ступеня вищої освіти «магістр» _____
відповідає прийнятим вимогам

4. Творчий потенціал і ступінь самостійності студента у вирішенні поставлених задач на достатньому професійному рівні _____

5. Науковий рівень (для робіт дослідницького характеру) та глибина експериментальних досліджень виконано у повному обсязі та відповідає вимогам

Активация Windows
Ключ активировать Windows

6. Застосування сучасних системних та інформаційних технологій, фізичного або математичного моделювання, наявність обґрунтування вибору типу ЕОМ, застосування стандартних та оригінальних програм, наявність аналізу результатів та їх використання у роботі кваліфікаційна робота магістра виконана за допомогою сучасних комп'ютерних технологій та сучасних нормативних документів

7. Відповідність оформлення до вимог діючих стандартів оформлено згідно норм та стандартів

8. Дотримання студентом графіка виконання роботи дотримано

9. Наукова цінність роботи, практична значимість _____
Наукова цінність роботи одержаних результатів полягає в наступному: досліджені та узагальнені методичні підходи спрямовані на підвищення надійності функціонування автомобільних доріг; проаналізувана нормативна база та результати досліджень показників функціонування автомобільної дороги та складу транспортного потоку; наведені залежності інгредієнтного і параметричного забруднення від параметрів транспортного потоку та навколишнього середовища; наведені приклади впровадження інженерних конструкцій для захисту сільбищних територій від інгредієнтного та параметричного забруднення.
Практичне значення одержаних результатів: обґрунтуванні параметрів інженерних конструкцій для захисту сільбищних територій від інгредієнтного та параметричного забруднення; обґрунтуванні вимог до захисних конструкцій з урахуванням психофізіології водіїв та естетичних критеріїв; розроблені вимоги до конструкційних та естетичних характеристик захисних споруд.

10. У кваліфікаційній роботі магістра можна відмітити такі недоліки: _____

Як побажання слід висловити наступне: бажано було б доповнити роботу проведенням експериментального дослідження, а саме: експериментальними дослідженнями рівнів шуму окремих груп автотransпортних засобів.

Кваліфікаційна робота магістра у цілому виконана на відповідальному рівні і при відповідному захисті заслуговує на оцінку:

кількість балів 95 національною вузми ЕКТС A

Керівник К.Т.Н., доцент
(посада, науковий ступінь) (підпис) Банях А.В.
(ПІБ)

Рецензія

здобувача рівня вищої освіти «другий (магістерський)» Ходер Басель Джаміль
(П.І.Б.)

Кваліфікаційна робота на тему: «Вплив функціонування мережі автомобільних доріг
України на природне середовище»

Кваліфікаційна робота магістра виконана згідно до завдання відповідає темі,
(не згідно) (не відповідає)

містить 34 листа графічного матеріалу і пояснювальну записку з 96 сторінок.

1. Актуальність теми (повнота постановки проблеми, формування проблеми та її значимість, постановка завдань досліджень) Тема магістерської роботи є актуальною тому що розглянуте зниження шкідливого впливу автомобільних доріг на примагістральну територію, з метою зниження екологічного навантаження на зону житлової забудови, яке сприятиме захисту здоров'я її мешканців та підвищення рівня життя в цілому.

2. Ступінь науковості роботи (широта вивчення результатів досліджень за проблемою, методика дослідження, наявність елементів наукової новизни та ступінь їх розробки)

У магістерській роботі досліджені та узагальнені методичні підходи спрямовані на підвищення надійності функціонування автомобільних доріг. Наведені залежності інгредієнтного і параметричного забруднення від параметрів транспортного потоку та навколишнього середовища. Наведені приклади впровадження інженерних конструкцій для захисту сельбищних територій від інгредієнтного та параметричного забруднення.

Наукова цінність роботи одержаних результатів полягає в наступному: досліджені та узагальнені методичні підходи спрямовані на підвищення надійності функціонування автомобільних доріг; проаналізувана нормативна база та результати досліджень показників функціонування автомобільної дороги та складу транспортного потоку; наведені залежності інгредієнтного і параметричного забруднення від параметрів транспортного потоку та навколишнього середовища; наведені приклади впровадження інженерних конструкцій для захисту сельбищних територій від інгредієнтного та параметричного забруднення.

3. Якість подачі матеріалу роботи (ступінь взаємозв'язку розділів роботи, застосування комп'ютерних технологій, чіткість і технічна грамотність оформлення роботи, науковий стиль викладення матеріалу)

Магістерська робота виконана за допомогою сучасних комп'ютерних технологій.

Усі розділи магістерської роботи оформлені згідно норм та відповідають вимогам, що

висуваються до магістерських робіт. Розділи взаємозв'язані один з одним, чітко та технічно грамотно оформлені. Науковий стиль викладення матеріалу – виконано у повному обсязі та відповідає вимогам, що висуваються до магістерської роботи.

4. Практична значимість результатів роботи (рівень реальності результатів та пропозицій, техніко - економічні показники запропонованих рішень, наявність публікацій за темою роботи)

Практичне значення одержаних результатів: обґрунтуванні параметрів інженерних конструкцій для захисту сельбищних територій від інгредієнтного та параметричного забруднення; обґрунтуванні вимог до захисних конструкцій з урахуванням психофізіології водіїв та естетичних критеріїв; розроблені вимоги до конструкційних та естетичних характеристик захисних споруд.

Відомості про публікації здобувача. Вплив функціонування мережі автомобільних доріг України на природне середовище – тези доповіді на XXIV науково-технічної конференції студентів, магістрантів, аспірантів, молодих вчених та викладачів ІІ ЗНУ, Запоріжжя, 26-29 листопада 2019 р. Запоріжжя: ІІ ЗНУ.

5. Недоліки кваліфікаційної роботи магістра. Як побажання слід висловити наступне: бажано було б доповнити роботу дослідженнями забруднення придорожного простору населених пунктів.

6. Кваліфікаційна робота магістра у цілому виконана (ний) на відповідальному рівні і заслуговує оцінки:

кількість балів 94

за національною шкалою відмінно

за шкалою ЄКТС A

Рецензент доцент кафедри міського будівництва і господарства

Запорізького національного університету

(посада, місце роботи)

[Підпис]
(підпис)

Фостащенко О.М.
(П.І.Б.)