

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра екології, хімії та технологій захисту довкілля
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

Підвищення ефективності технологій непрямого контролю негативного впливу міського автотранспорту на довкілля

Виконав: студент групи ТЗД-22м
спеціальності 183-«Технології захисту
навколишнього середовища»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)



Онацький Д.П.

(прізвище та ініціали)

Керівник: д.т.н., професор кафедри
ЕХТЗД



Полив'янчук А.П.

(прізвище та ініціали)

«16» грудня 2023 р.


Опонент: к.т.н., доцент кафедри ЕХТЗД



Тітов Т.С.

(прізвище та ініціали)

«13» грудня 2023 р.


Допущено до захисту
Завідувач кафедри ЕХТЗД
к.т.н., доц. Іщенко В.А.
(прізвище та ініціали)
«13» грудня 2023 р.

Вінниця – 2023 рік

ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ

Вінницький національний технічний університет
Факультет Будівництва, цивільної та екологічної інженерії
Кафедра Екології, хімії та технологій захисту довкілля
Рівень вищої освіти II-й (магістерський)
Галузь знань – 18 - «Виробництво та технології»
Спеціальність – 183- «Технології захисту навколишнього середовища»
Освітньо-професійна програма – «Технології захисту навколишнього середовища»





З А В Д А Н Н Я НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Онацькому Данилу Павловичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Підвищення ефективності технологій непрямого контролю негативного впливу міського автотранспорту на довкілля»
керівник роботи Полив'янчук Андрій Павлович
затверджена наказом вищого навчального закладу від «18» вересня 2023 року № 247.
2. Строк подання студентом роботи « 12 » грудня 2023 року
3. Вихідні дані до роботи: Результати аналізу літературних джерел за темою досліджень, вимоги нормативних документів до технологій контролю показників токсичності відпрацьованих газів автомобілів та автомобільних ДВЗ; законодавство України в галузі екології транспорту
4. Зміст текстової частини:
 1. Характеристика негативного впливу міського автомобільного транспорту на навколишнє природне середовище і людину
 2. Математична модель для комплексного оцінювання хімічного та фізичного впливу автотранспорту на міські екосистеми
 3. Методи прилади та обладнання для контролю екологічних показників транспортних засобів
 4. Дослідження негативного впливу міського автотранспорту на довкілля непрямыми методами

5. Еколого-економічна оцінка негативного впливу автотранспорту на довкілля
5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
1. Аналіз факторів негативного впливу міського автотранспорту на навколишнє середовище
2. Математична модель для комплексного оцінювання впливу автотранспорту на довкілля
3. Методика непрямого оцінювання рівнів викидів забруднюючих речовин транспортними потоками
4. Результати досліджень інтенсивності руху транспортних засобів на розрахункових ділянках
5. Результати прямої оцінки забруднення атмосфери транспортними потоками

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	виконання прийняв
5 Еколого-економічна оцінка негативного впливу автотранспорту на довкілля	Краєвська Алла Станіславівна		

7. Дата видачі завдання « 18 » вересня 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз літературних джерел за темою досліджень	19.09-02.10.2023	
2	Аналіз відомих рішень, постановка задач	19.09-02.10.2023	
3	Обґрунтування методів досліджень	19.09-02.10.2023	
4	Розв'язання поставлених задач	03.10-20.11.2023	
5	Формування висновків по роботі, наукової новизни, практичної цінності результатів	21.11-05.12.2023	
6	Виконання розділу «Еколого-економічна оцінка негативного впливу автотранспорту на довкілля»	05.11-05.12.2023	
7	Підготовка висновків, додатків і переліку посилань	06.12-11.12.2023	
8	Попередній захист МКР	12.12-14.12.2023	
9	Рецензування МКР	15.12-18.12.2023	
10	Захист МКР	12.12-22.12.2023	

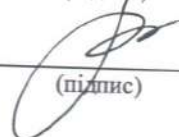
Студент



(підпис)

Онацький Д.П.

Керівник роботи



(підпис)

Полив'ячук А. П.

ВІДГУК

керівника магістерської кваліфікаційної роботи
ст. гр. ТЗД-22м **Онацького Данила павловича**
на тему: «**Підвищення ефективності технологій непрямого контролю
негативного впливу міського автотранспорту на довкілля**»

Магістерська кваліфікаційна робота Онацького Д.П. присвячена удосконаленню методів непрямого оцінювання рівнів викидів забруднюючих речовин з відпрацьованими газами автомобілів в міському середовищі та акустичні забруднення атмосфери транспортними потоками. Актуальність роботи обумовлена високою значимістю досліджуваної проблеми екологізації міського автомобільного транспорту. Робота складається зі вступу, 5-ти основних розділів, висновків і додатків, оформлена якісно, відповідає вимогам до магістерських кваліфікаційних робіт.

Зміст кваліфікаційної роботи повністю відповідає темі та завданню, що повною мірою відображено в графічному матеріалі та пояснювальній записці.

В процесі виконання кваліфікаційної роботи студент розробив та експериментально відпрацював математичну модель для комплексного оцінювання хімічного та фізичного впливу міського автомобільного транспорту на навколишнє середовище, яка дозволяє визначати непрямим шляхом рівні акустичного забруднення довкілля транспортними потоками, а також рівні викидів у атмосферу забруднюючих речовин, викиди яких обмежуються вимогами нормативних документів: оксидів вуглецю (CO), вуглеводнів (CH), оксидів азоту (NO_x), твердих частинок.

Зауваження до роботи: доцільно було б оцінити точність непрямого оцінювання хімічного впливу міського автотранспорту на довкілля в результаті проведених досліджень.

Незважаючи на зауваження, тема магістерської кваліфікаційної роботи повністю розкрита, робота є закінченою, має значну практичну цінність та актуальність, заслуговує на оцінку "С", а її автор Онацький Д.П. – має відповідний вимогам державних стандартів рівень підготовки та заслуговує присвоєння кваліфікації магістр за спеціальністю 183 - «Технології захисту навколишнього середовища».

Керівник МКР,
д. т. н., професор каф. ЕХТЗД



Андрій ПОЛИВ'ЯНЧУК

ВІДГУК ОПОНЕНТА

на магістерську кваліфікаційну роботу

студента групи ТЗД-22м **Онацького Данила Павловича**
на тему: «Підвищення ефективності технологій непрямого контролю
негативного впливу міського автотранспорту на довкілля»

Актуальність теми магістерської роботи. Проблема, дослідженню якої присвячено роботу, – підвищення ефективності технологій оцінювання негативного впливу міського автомобільного транспорту на навколишнє середовище є актуальною.

Аналіз змісту роботи.

В 1-му розділі виконано аналіз факторів негативного впливу міського автомобільного транспорту на навколишнє природне середовище і людину. В 2-му представлено математичну модель для комплексного оцінювання хімічного та фізичного впливу автотранспорту на міські екосистеми. В 3-му розглянуто методи, прилади та обладнання для контролю екологічних показників транспортних засобів. В 4-му досліджено негативний вплив міського автотранспорту на довкілля непрямыми методами. В 5-му проведено еколого-економічну оцінку негативного впливу автотранспорту на довкілля.

Зауваження: доцільно було б оцінити відносний внесок різних режимів руху автомобіля на автошляхах міста у валовий викид забруднюючих речовин.

Представлена МКР відповідає темі та завданню. За актуальністю, новизною та обсягом виконаних досліджень робота відповідає вимогам щодо виконання магістерських робіт, її автор **Онацький Д.П.** заслуговує на присвоєння кваліфікації магістра за спеціальністю 183 – «Технології захисту навколишнього середовища» з оцінкою «С».

Опонент,
к.т.н., доцент каф. ЕХТЗД



Тітов Т.С.

АНОТАЦІЯ

УДК 629.43.068

Онацький Д.П. Підвищення ефективності технологій непрямого контролю негативного впливу міського автотранспорту на довкілля. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 183 – Технології захисту навколишнього середовища, освітня програма – Технології захисту навколишнього середовища. Вінниця: ВНТУ, 2023. 75 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 25 назви; рис.: 16; табл. 13.

В магістерській кваліфікаційній роботі створено та експериментально досліджено математичну модель для комплексного оцінювання хімічного та фізичного впливу міського автомобільного транспорту на навколишнє середовище, яка дозволяє визначати непрямим шляхом рівні викидів у атмосферу забруднюючих речовин, викиди яких обмежуються нормативними документами: оксидів вуглецю (CO), вуглеводнів (CH), оксидів азоту (NO_x), твердих частинок, а також рівні акустичного забруднення довкілля транспортними потоками. При виконанні роботи були використані методи досліджень: аналіз та синтез інформації, математичне моделювання, планування експерименту, експериментальні дослідження, розрахунковий експеримент. Результати роботи мають новизну та практичну цінність для навчальної, виробничої, науково-дослідної сфер в галузі екології транспорту.

Графічна частина складається з 5 слайдів.

Ключові слова: автомобільний транспорт, відпрацьовані гази, шкідливі викиди, непрямий метод, забруднення.

ABSTRACT

UDC 629.43.068

Onatsky D.P. Increasing efficiency of technologies for indirect control of the negative impact of city vehicles on the environment. Master's thesis on the specialty 183 - Technologies of environmental protection, educational program - Technologies of environmental protection. Vinnytsia: VNTU, 2023. 75 p.

In Ukrainian speech Bibliography: 25 titles; Fig.: 16; table 13.

In the master's qualification work, a mathematical model was created and experimentally investigated for a comprehensive assessment of the chemical and physical impact of urban road transport on the environment, which allows to indirectly determine the levels of emissions into the atmosphere of pollutants, the emissions of which are limited by regulatory documents: carbon oxides (CO), hydrocarbons (CH), nitrogen oxides (NO_x), solid particles, as well as levels of acoustic pollution of the environment by traffic flows. Research methods were used in the performance of the work: analysis and synthesis of information, mathematical modeling, planning of the experiment, experimental studies, calculation experiment. The results of the work have novelty and practical value for the educational, production, research spheres in the field of transport ecology.

The graphic part consists of 5 slides.

Key words: automobile transport, exhaust gases, harmful emissions, indirect method, pollution.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1. ХАРАКТЕРИСТИКА НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ МІСЬКОГО АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ НА НАВКОЛИШНЄ ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ І ЛЮДИНУ.	Ошибка! Закладка не определена.
1.1 Шкідливий вплив міського автотранспорту на навколишнє середовище та людину.	1 Ошибка! Закладка не определена.
1.2 Вплив транспортних шумів на навколишнє середовище та людину.	22
2. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО ОЦІНЮВАННЯ ХІМІЧНОГО ТА ФІЗИЧНОГО ВПЛИВУ АВТОТРАНСПОРТУ НА МІСЬКІ ЕКОСИСТЕМИ.....	25
2.1 Математична модель для оцінювання масових викидів ЗР на ділянках руху автомобілів з постійною швидкістю.	27
2.2 Математична модель для оцінювання масових викидів ЗР на ділянках розгону-гальмування автомобілів	31
2.3 Математична модель для оцінювання масових викидів ЗР під час зупинок від транспортних засобів.	36
3. МЕТОДИ, ПРИЛАДИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ.....	39
3.1 Прилади для визначення концентрацій забруднюючих речовин в відпрацьованих газах двигунів	40
3.2 Методи та засоби контролю транспортних шумів	51
4. ДОСЛІДЖЕННЯ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ МІСЬКОГО АВТОТРАНСПОРТУ НА ДОВКІЛЛЯ НЕПРЯМИМИ МЕТОДАМИ	56
4.1. Результати оцінювання екологічних показників міського автотранспорту на ділянках руху з постійною швидкістю та зупинках.	56
4.2 Результати експериментально-розрахункових досліджень рівнів транспортних шумів	58

5. ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ АВТОТРАНСПОРТУ НА ДОВКІЛЛЯ	61
5.1. Визначення збитку від забруднення атмосфери відпрацьованими газами вантажних автомобілів до проведення природоохоронних заходів	61
5.2 Укрупнена оцінка збитку від забруднення атмосферного повітря вантажними автомобілями	63
5.3 Визначення розмірів платежів за викиди забруднюючих речовин в атмосферу пересувними джерелами до проведення природоохоронних заходів	63
ВИСНОВКИ	65
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	66
ДОДАТОК А	69
ДОДАТОК Б	70

ВСТУП

Актуальність. Останніми роками серйозною проблемою для людства став дуже високий рівень техногенної дії на навколишнє середовище (НС), що створює ряд глобальних, регіональних і локальних екологічних проблем. А зменшення забруднення атмосферного повітря токсичними речовинами, що виділяються автомобільним транспортом, є однією з найважливіших проблем всіх промислово розвинених країн. Забруднене повітря надає шкідливий вплив на людину, рослини, тварин, будівлі і інші споруди.

Велика частка впливу на НС припадає на легкові автомобілі, оскільки вони переважають в транспортному потоці міста (їх частка більше 95%), при співвідношенні чисельності бензинових і дизельних автотранспортних засобів (у %) для легкових 95/5, вантажних 70/30, автобусів 75/25. Також важливо те, що автотранспорту відіграє дуже велику роль в забрудненні атмосфери міського середовища, що становить в великих містах 60-80%.

На відміну від промислових джерел забруднення, які прив'язані до окремих територій і відокремлені від житлової забудови санітарно-захисними зонами, автомобіль є рухомим джерелом забруднення, який часто трапляється у житлових мікрорайонах і місцях відпочинку.

Сучасні міста характеризуються високими рівнями шуму. Домінуючим є шум від транспортних потоків. Транспортне шумове забруднення продовжує збільшуватися разом із зростанням міст, щільністю міського населення, інтенсивністю транспортних перевезень.

Враховуючі вищевказане, слід відзначити, що розробка і удосконалення розрахункових та експериментальних методів оцінки негативного впливу автомобілів на навколишнє середовище і актуальним напрямом досліджень.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дана робота виконувалась відповідно науковому напрямку кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля ВНТУ і в межах виконання держбюджетної НДР 16-Д-407 «Підвищення еколого-енергетичної безпеки урбанізованих

територій шляхом поетапного раціонального впровадження енергоефективних заходів в сфері теплопостачання».

Метою роботи є удосконалення методів непрямого оцінювання хімічного і фізичного впливу автомобільного транспорту на навколишнє середовище.

Завдання роботи. Для досягнення поставленої мети були сформульовані наступні задачі:

1) характеристика негативного впливу міського автомобільного транспорту на навколишнє природне середовище і людину;

2) математична модель для комплексного оцінювання хімічного та фізичного впливу автотранспорту на міські екосистеми;

3) методи, прилади та обладнання для контролю екологічних показників транспортних засобів;

4) дослідження негативного впливу міського автотранспорту на довкілля непрямыми методами;

5) еколого-економічна оцінка негативного впливу автотранспорту на довкілля.

Об'єкт досліджень – процеси хімічного та фізичного забруднення атмосфери міським автотранспортом.

Предмет досліджень – непрямі методи контролю рівнів хімічного та фізичного забруднення атмосфери міст автомобілями.

Новизна одержаних результатів. Удосконалено методи непрямого оцінювання рівнів викидів забруднюючих речовин з відпрацьованими газами автомобілів в міському середовищі та акустичні забруднення атмосфери транспортними потоками.

Практичну цінність роботи складає математична модель для комплексного оцінювання хімічного та фізичного впливу автотранспорту на міські екосистеми.

Апробація результатів магістерської кваліфікаційної роботи.

Викладені у МКР положення доповідались на науково-технічній конференції «Енергоефективність в галузях економіки України – 2023».

1 ХАРАКТЕРИСТИКА НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ МІСЬКОГО АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ НА НАВКОЛИШНЄ ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ І ЛЮДИНУ

Без автомобіля в даний час немислиме існування людства. За останні десятиліття людство остаточно переконалося, що винуватцем забруднення атмосферного повітря – одного з основних джерел життя на нашій Планеті, є – автомобіль. Сьогодні у світі експлуатується понад 500 млн автомобілів. У деяких містах України викиди автотранспорту становлять більше половини всіх забруднень. У відпрацьованих газах автомобілів міститься понад 200 хімічних сполук і елементів.

Загальна характеристика. Автомобільний транспорт займає важливе місце в єдиній транспортній системі. Він перевозить 10-80% народногосподарського вантажу, що обумовлено високим маневруванням, можливістю доставки вантажу "від дверей до дверей" без додаткових перевантажень в дорозі, а отже, високою швидкістю доставки і збереженням вантажу [1-3]. Висока мобільність, здатність оперативно реагувати на зміни пасажиропотоків ставить автомобільний транспорт "поза конкуренцією" при організації міських перевезень пасажирів. На його частку припадає майже половина всього пасажирообігу [4].

Автомобіль забруднює навколишнє середовище (перш за все атмосферне повітря) шкідливими речовинами, що викидаються з відпрацьованими газами двигунів, не тільки при виконанні транспортної роботи, але і при прогріванні двигунів перед виїздом на лінії, маневруванні по території стоянок, зон обслуговування і ремонту. Основними джерелами забруднення при цьому є наступні процеси:

— горіння палива в енергетичних установках (двигунах) автомобілів для отримання корисної роботи і в технологічних печах для вироблення вторинних енергоресурсів: пара, електричної, теплової енергії і т.д.;

— випаровування: палив при транспортуванні і заправці, з паливних баків і систем живлення; лакофарбних матеріалів при забарвленні і сушці.

Рівень негативної дії автотранспорту на оточуючу середовище залежить від вигляду, потужності і інтенсивності джерела забруднення; рівня забруднення, визначуваного умовами розповсюдження речовин в навколишньому середовищі, і від ефекту дії на елементи біосфери.

Для оцінки екологічної небезпеки викидів ВГ використаємо наступні параметри:

- *рівень забруднення атмосферного повітря кожним з токсичних компонентів ВГ – Z_i* , який дорівнює відношенню маси шкідливої речовини, що викидається автомобілем за їздовий цикл, до добутку втрати ВГ на ГДК і-ї токсичної речовини;

- *відносний (у відсотках) рівень забруднення повітря z_i* , що являє собою відношення Z_i до суми рівнів забруднення атмосфери всім комплексом і-х оксидів автомобіля;

- *показник відносної екологічної шкідливості Φ_i* , що являє собою відношення суми рівнів забруднення атмосферного повітря всіма вимірними оксидами до суми рівнів забруднення повітря базовим різновидом автомобіля або різновидом автомобіля, що має найбільші викиди токсинів.

Утворення токсичних компонентів пов'язано з неповнотою згоряння палив і побічними реакціями, що протікають в камерах згоряння двигунів при високих температурах. Склад і кількість цих речовин значною мірою визначаються наступними чинниками:

- типом двигуна і палива;
- технічним станом і режимами роботи;
- особливостями конструкції двигуна і його систем, в першу чергу

системи живлення.

Ступінь і небезпека дії автотранспорту на навколишнє середовище різні для міста і заміських територій. Для міст ця дія виявляється в наступному:

- підвищена витрата палива;

- потреба в значущих площах усередині міської забудови;
- забруднення навколишнього середовища шкідливими речовинами;
- забруднення міських водоймищ;

На заміських територіях:

- потреба в значних площах для автодоріг(на 1км дороги залежно від категорії відводиться 2...7 га землі);
- забруднення поверхневих шарів ґрунту, водоймищ і ґрунтових вод;
- порушення екологічної рівноваги в зоні автомагістралей.

Негативні чинники бувають, матеріальні і енергетичні. До матеріальних забруднень відносяться : викиди забруднюючих речовин в атмосферу, воду, ґрунт(CO, CH, NOx, SO2). До енергетичних забруднень відносяться: негативна зміна полів, електромагнітне випромінювання, вібрація, шум, теплове забруднення [3].

1.1 Шкідливий вплив міського автотранспорту на навколишнє середовище та людину

Токсичні компоненти відпрацьованих газів роблять різний фізіологічний вплив на навколишнє середовище. Рівень негативної дії визначається як концентрацією речовини в повітрі, так і рівнем його токсичності. Оцінюючи токсичну дію шкідливих компонентів, що викидаються з відпрацьованими газами, слід враховувати не тільки сумарні викиди тих або інших компонентів з відпрацьованих газів, але і їх відносну небезпеку (агресивність).

Токсичні речовини, що містяться у відпрацьованих газах автомобільних двигунів, можуть зберігатися в атмосфері протягом довгого часу і переноситися на великі відстані. З другого боку, ці речовини (первинні забруднювачі) за відповідних умов (висока вогкість повітря, сонячна радіація, підвищена температура) взаємодіють між собою, утворюючи інші токсичні

речовини, які називаються вторинними забруднювачами: сульфати, нітрати, кислоти, озон, оксиданти та ін. На рис. 1.1 приведено схему взаємодії і трансформації токсичних компонентів відпрацьованих газів в атмосфері [3].

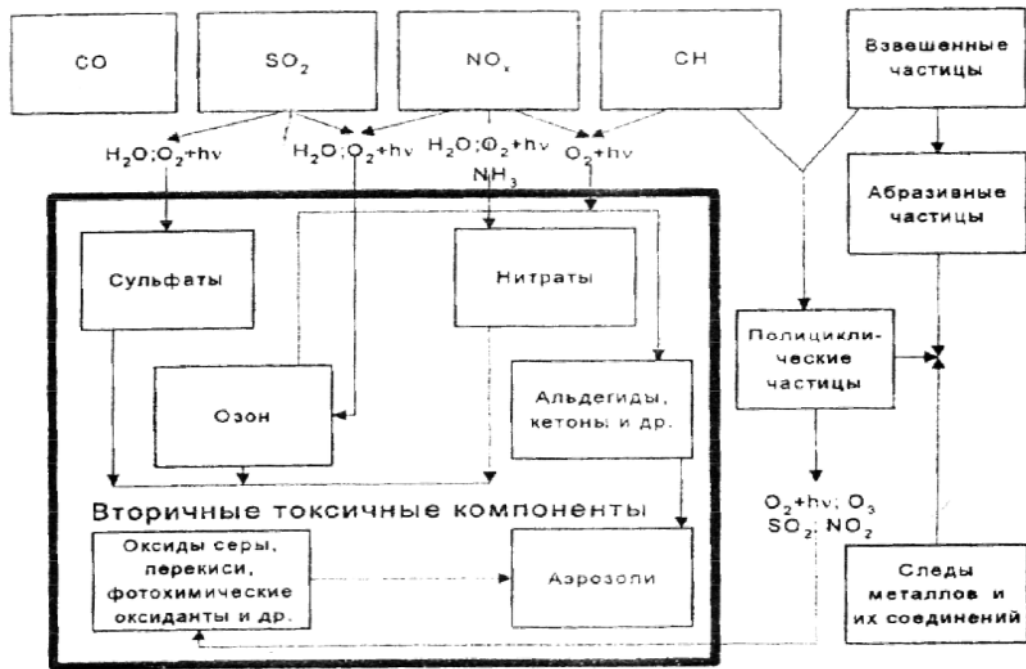


Рисунок 1.1 - Схема трансформації забруднюючих речовин в атмосфері

Оксид вуглецю це газ без кольору і запаху з молекулярною масою дещо легше за повітря. Тому CO легко розповсюджується в атмосфері. Потрапляє в житлові приміщення, що знаходяться навіть вдалині з працюючих двигунів. Час життя CO в атмосфері складає 2 місяці. Суміш оксида вуглецю з повітрям може бути вибухонебезпечною. При кімнатній температурі вибухонебезпечні суміші, що містять від 16 до 73 % оксида вуглецю. Оксид вуглецю проникає в кров через дихальні шляхи, а потім з гемоглобіном крові утворює досить міцне з'єднання — карбоксигемоглобін (COHb). Спорідненість оксида вуглецю до гемоглобіну в 300 разів більше, ніж спорідненість кисню до вказаного оксида. Впливає на нервову систему, викликає непритомність, оскільки вступає в реакцію з гемоглобіном крові, заміщаючи O₂. Це утрудняє процес газообміну

кліток, викликає кисневе голодування, приводить до порушень в центральній нервовій системі, сприяє розвитку серцевих захворювань. Може викликати втрату свідомості і навіть летальний наслідок. Хронічна дія CO сприяє розвитку атеросклерозу, поразці нервової системи, виникненню інфаркту міокарду, легневих захворювань. Дія CO на центральну нервову систему виявляється в порушеннях периферійного зору, зміні колірної і світлової чутливості очей, що представляє особливу небезпеку для водіїв, оскільки може привести до зростання імовірності аварій. Коли вдих припиняється, CO, зв'язаний гемоглобіном, виділяється і кров здорової людини очищається на 50% кожні 3-4 години (рис. 1.2).



Рисунок 1.2 – Дія CO на організм людини.

1- смертельна небезпека; 2-головний біль, нудота; 3-начало токсичної дії; 4- помітний вплив

Відомі випадки трагічної загибелі людей, що запускали двигуни автомобілів при закритих воротах гаража. У одномісному гаражі смертельна концентрація окислу вуглецю виникає вже через 2-3 хвилини після включення стартера. Рівень загазованості магістралей і приміагістральних територій

залежить від інтенсивності руху автомобілів, ширини і рельєфу вулиці, швидкості вітру, частки вантажного транспорту і автобусів в загальному потоці і інших чинників. При інтенсивності руху 500 транспортних одиниць в годину концентрація окислу вуглецю на відкритій території на відстані 30-40 м від автомагістралі знижується в 3 рази і досягає норми. Затруджене розсіювання викидів автомобілів на тісних вулицях. У результаті практично всі жителі міста випробовують на собі шкідливий вплив забрудненого повітря [3].

Вуглекислий газ (CO₂) – «парниковий газ» – зменшує теплове випромінювання Землі, але збільшення його концентрації в атмосфері приводить до інтенсивного осадження на дні океану карбонатів кальцію і магнію, до зниження фотосинтезу (при надлишку вуглекислий газ стає інгібітором цього процесу).

Вплив вуглекислого газу на людину: наркотична дія, роздратування шкіри, слизових оболонок, в малих концентраціях порушує дихальний центр, в дуже великих – пригноблює. Вуглекислий газ надає центральну судинозвужувальну і місцеву судинорозширювальну дію, викликає ацидоз (закислення), підвищення змісту адреналіну і норадреналіну і зменшення змісту амінокислот в крові, інгібує дія ферментів в тканинах. Тварини менш чутливі до вуглекислого газу, ніж людина. Проте особливу небезпеку підвищених концентрацій CO₂ в атмосфері пов'язують з «парниковим ефектом». Відповідно до теорії «парникового ефекту» сонячна радіація, що досягає землі, абсорбується нею, а потім випромінюється від неї в атмосферу як інфрачервона радіація. Деяка частина інфрачервоної радіації поглинається парами води і парниковими газами і випромінюється назад до землі; решта частини поступає у верхні шари атмосфери. Чим більше парникових газів, тим більше інфрачервоного випромінювання абсорбується в нижній атмосфері. Це викликає нагрівання навколоземної поверхні і охолодження у верхніх шарах атмосфери. Підігрів земної поверхні може вплинути на сільське господарство і привести до танення частини полярних льодів, що викличе підйом рівня світового океану і затоплення ділянок суші [3].

Таблиця 1.1 - Дані по внеску основних парникових газів в глобальне потеплення

«Парникові гази»	Частка окремих газів, %	Відносна питома здатність абсорбувати теплоту
Діоксид вуглецю (CO ₂)	50	1
Метан (CH ₄)	18	10-80
Закис азоту (N ₂ O)	8	200-400
Озон (O ₃)	4	Мала
Хлорфторуглерод (ХФУ)	20	1000

Оксиди азоту. В повітрі з оксидів азоту зустрічаються в основному NO і NO₂. При цьому NO є нестійким з'єднанням, яке протягом 3...100 годин (залежно від концентрації в повітрі окислюється до NO₂). Оксиди азоту діють на людину як сильний подразник слизових оболонок очей і дихальних шляхів, можуть викликати набряк легенів, приводити до зниження активності головного мозку. Отруєння NO_x спочатку може носити прихований характер; людина задовільно відчуває себе, працюючи в середовищі, що містить певні концентрації NO_x, але згодом може важко захворіти. Основну дію на організм людини спричиняють не оксиди азоту, а азотна кислота, що утворюється безпосередньо в дихальних шляхах людини. Реагуючи з атмосферною вологою, оксиди азоту утворюють кислоти, що викликають корозію металів, знищення рослинності і т.д. Особливу небезпеку оксиди азоту представляють як активний компонент при утворенні фотохімічного смогу. Оксиди азоту беруть участь в утворенні кислотних дощів [3].

Вуглеводні. ВГ двигунів містять вуглеводні різних класів, які є складними хімічними з'єднаннями. Найбільшу небезпеку мають вуглеводні ароматичного і олефінового рядів. В загальному випадку вуглеводні володіють наркотичною дією на організм людини, викликаючи стан ейфорії,

що сприяє збільшенню вірогідності дорожньо-транспортних подій. Ароматичні вуглеводні, основними представниками яких є бензол, толуол, ксилол, є високотоксичними речовинами, діють на центральну нервову систему, володіють сильним дратівливим ефектом і викликають зміни у складі крові. Олефінові вуглеводні мають високу реактивність, і наявність їх в атмосфері є однією з причин утворення фотохімічної смогу. Дія олефінових вуглеводнів на рослинність викликає симптоми раннього старіння, хронічні поразки, опадання квіток і плодів, пригнічення зростання.

Поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ). Є надзвичайно небезпечними для людини. Володіють канцерогенними і мутагенними властивостями, сприяють виникненню злоякісних новоутворень, можуть нагромаджуватися в організмі. Кількість різних ПАВ, що містяться в ВГ двигунів, складає декілька десятків, основними з яких є: антрацен, бенз(α)пирен, флуорен, бенз(α)антрацен і ін. Найбільшим рівнем токсичності, порівняним з токсичністю інших ПАУВ, володіє бенз(α)пирен, який і є індикатором наявності ПАВ в ВГ.[3]

Сполуки сірки. В ВГ двигунів міститься, в основному, сірчистий ангідрид – SO_2 , безбарвний газ, з гострим запахом. Діоксид сірки викликає роздратування верхніх дихальних шляхів і слизистих оболонок очей, при підвищених концентраціях і хронічній дії є загальнотоксичним, його дія приводить до порушень в центральній нервовій системі, білковому обміні і ферментативних процесах. Встановлено, що SO_2 і CO при тривалій дії викликають порушення генетичної функції організму. Наявність в атмосфері SO_2 приводить до порушення процесів фотосинтезу рослин, в повітрі SO_2 може переходити в SO_3 , який при контакті з атмосферною вологою утворює пари H_2SO_4 . Вони викликають захворювання дихальних шляхів, приводять до спазмів легенів. Пари H_2SO_4 посилюють корозію металів, завдають великої шкоди рослинності. В табл.1.2 показано дію компонентів ВГ на людину [3].

Шкідливу дію на людину і навколишнє середовище також надають складові фотохімічного смогу (ФХС): діоксид азоту, озон і високоактивні

недоокислювальні – оксиданти. Озон діє дратівливо на слизисті оболонки очей, приводить до погіршення самопочуття, особливо у осіб, страждаючих легеневиими і серцево-судинними захворюваннями. Шкідлива дія озону на рослинність полягає в утворенні плям на листі, старінні рослин.

Таблиця 1.2 - Вплив концентрацій NO_x і SO_2 на організм людини

Наслідки і тривалість дії	Вміст в повітрі, мг/м ³	
	SO_2	NO_x
Декілька годин без помітної дії	65	15
Ознаки легкого отруєння або роздратування слизистих оболонок через 2-3 години	130	20
Можливо серйозне отруєння через 30 хвилин	210..400	100
Небезпечно для життя при короточасній дії	1600	150

Що утворюються в ході фотохімічних реакцій оксиданти надають дратівливу дію на слизисту оболонку очей. Особливу небезпеку оксиданти представляють для осіб, страждаючих захворюваннями органів дихання. В табл. 1.3 приведені дані про негативну дію складових фотохімічного смогу на людину і навколишнє середовище [3].

Монооксид потрапляючи в організм людини, вступає в реакцію з гемоглобіном крові, заміщаючи кисень і утворюючи нове з'єднання – карбоксигемоглобін. Це утрудняє процес газообміну кліток, викликає кисневе голодування, приводить до порушень в центральній нервовій системі, сприяє розвитку серцевих захворювань, може викликати втрату свідомості і навіть летальний результат. Залежно від концентрації в повітрі і часу дії ступінь ураження організму може істотно розрізнятися [3].

Тверді частинки. У загальному випадку розміри частинок складають 0,1...0,54 мкм в діаметрі і вони можуть досягати альвеол легенів або

відкладатися в носових пазухах, трахеях і бронхах. Частинки сажі розміром 0,15 мкм можуть знаходитися в повітрі в зваженому стані близько 8 діб.

Таблиця 1.3 - Вплив ФХС на людину і навколишнє середовище

Концентрація		Час дії, год	Ефект впливу
Млн ⁻¹	мкг/м ³		
Озон			
0,02	40	1	Натягнення і розтріскування гуми
0,03	60	8	Пригноблення рослинності
0,1	200	1	Спазми дихальних шляхів
2,0	3900	2	Сильний кашель
Фотохімічні оксиданти			
0,05	100	4	Пошкодження рослинності
0,1	200	4	Роздратування слизової оболонки очей

Дія твердих частинок на навколишнє середовище і людину небезпечна по трьох напрямках:

- тверді частинки при вдиханні викликають роздратування дихальних шляхів, при хронічній дії – легеневі захворювання;
- тверді частинки є переносниками канцерогенних ПАУ, які адсорбуються на поверхні частинок;
- наявність зважених частинок в повітрі погіршує видимість на дорогах [3].

Розповсюдження в атмосфері шкідливих речовин відбувається різними шляхами. Частинки розміром менше 0,1 мм і газові домішки у вигляді CO, NO_x, SO₂, неметанових вуглеводів розповсюджуються в атмосфері під дією процесів дифузії. Взаємодіючи один з одним і атмосферним киснем, вони зазнають фізико-хімічні зміни, що є причиною утворення фотохімічного смогу, лужних дощів на локальних площах в межах окремих регіонів.

Речовини третьої групи (CO_2 CH_4 тропосферний озон) діють тільки на глобальному рівні, роблячи вплив на клімат планети шляхом зміни теплового балансу в приземному шарі, і у фізико-хімічних атмосферних процесах участі, як правило, не приймають [4].

Специфіка розсіювання автомобільних викидів полягає, раніше, всього в тому, що джерелом забруднення є сукупність автомобільних енергоустановок, складова для крупних міст до декілька десятків і навіть сотень тисяч, які нерівномірно розподілені за площею території. Ця сукупність енергоустановок викидає з ВГ шкідливі речовини нерівномірно за часом і по кількості залежно від режимів роботи, руху і інших чинників. Крім того, на розсіювання шкідливих речовин впливають атмосферні умови, особливості ландшафту, час доби і т.д. Компоненти ВГ вступають у фізичну, фотохімічну, хімічну взаємодію між собою і складовими атмосфери. Вони можуть об'єднуватися з природними компонентами атмосферного повітря (CO_2 H_2O , O_2) або утворювати інші гази або частинки. Атмосферне повітря в цьому випадку слід розглядати як вторинний реактор утворення шкідливих речовин, токсичність яких у ряді випадків перевищує токсичність первинних забруднювачів. Так, наприклад, в атмосфері NO переходить в NO_2 відносна токсичність якого в 2 рази вище, ніж у NO [8].

Фізична дія виявляється конденсацією пари кислот у вологому повітрі з утворенням аерозолів, зменшенням розмірів крапель рідини в результаті випаровування в сухому теплому повітрі. Тверді і рідкі частинки можуть об'єднуватися, адсорбувати або абсорбувати газоподібні речовини. Реакції синтезу і розпаду, окислення і відновлення протікають між газоподібними компонентами ВГ і атмосферним повітрям. Деякі процеси хімічних перетворень починаються безпосередньо з моменту надходження викидів в атмосферу, інші – за наявності сприятливих умов. Оксид вуглецю в атмосфері швидко дифундує і, як правило, не створює високої концентрації. Його інтенсивно поглинають, ґрунтові мікроорганізми, в атмосфері він може до

окислюватися до CO_2 за наявності сильних окислювачів: O , O_3 , вільних радикалів.

Вуглеводні піддаються різним перетворенням (окисленню, полімеризації і т.д.), взаємодіючи з іншими атмосферними забруднювачами, перш за все, під дією сонячної радіації. При цьому утворюються перекиси, вільні радикали, з'єднання з оксидами азоту і сірки. Найістотнішими є фотохімічні реакції вуглеводнів з оксидами азоту.

Сірчистий ангідрид у вільній атмосфері окислюється в сірчаний, в результаті фотохімічних, каталітичних реакцій. Кінцевим продуктом при цьому є аерозоль або розчин сірчаної кислоти в дощовій воді. Реакції сірчастого ангідриду з ненасиченими вуглеводнями протікають при активації SO_2 сонячним світлом у присутності оксиду азоту, озону або атомарного кисню. Оксид азоту, який виділяється з ВГ в атмосферу, під дією сонячного світла інтенсивно окислюється атмосферним киснем до діоксиду азоту. Кінетика подальших перетворень діоксиду азоту пов'язана з його здатністю поглинати ультрафіолетове проміння і перетворюватися на оксид азоту і атомарний кисень в процесах утворення фотохімічного смогу.[8] В табл. 1.4 приведені усереднені оцінки масштабів розсіювання і трансформації деяких забруднювачів атмосфери, пов'язаних з відпрацьованими газами двигунів.

Таблиця 1.4 - Масштаби розсіювання і трансформації забруднювачів в атмосфері

Забруднювач	Відстань перенесення, км	Час розсіювання або трансформації, ч
NO	10	1
NO_2	100	48
CO	масштаби Землі	
CH_4	масштаби Землі	90000
CO_2	масштаби Землі	100000

1.2 Вплив транспортних шумів на навколишнє середовище та людину

Шумовий вплив у великих індустріальних містах світу - одна з найбільш гострих екологічних проблем сучасності. Численні експерименти і практика показують, що антропогенний шумовий вплив несприятливо впливає на організм людини і скорочує тривалість його життя, тому що звикнути до шуму фізично неможливо. Людина може суб'єктивно не помічати звуки, але від цього руйнівна дія на його органи слуху не тільки не зменшується, але і збільшується.

Шум – одна із форм фізичного хвильового забруднення навколишнього й особливо міського середовища. Загалом шум – це хаотичне нагромадження звуків різної частоти, сили, висоти, тривалості, які виходять за межі звукового комфорту. Сучасні міста характеризуються високими рівнями шуму. Домінуючим є шум від транспортних потоків. Транспортне шумове забруднення продовжує збільшуватися разом із зростанням міст, щільністю міського населення, інтенсивністю транспортних перевезень. Шкідливий вплив шуму на організм людини загальноновизнано і проявляється у широкому діапазоні: від суб'єктивного роздратування до об'єктивних паталогічних змін в органах слуху, центральній нервовій і серцево-судинній системах [14].

Рівень шуму вимірюється в одиницях, що виражають ступінь звукового тиску - децибелах (ДБ). Це тиск сприймається не безмежно. Шум у 20 - 30 ДБ практично нешкідливий для людини і становить природний звуковий фон, без якого неможливе життя. Що ж стосується гучних звуків, то тут допустима межа піднімається приблизно до 80 ДБ. Шум в 130 ДБ вже викликає в людини болюче відчуття, а досягнувши 150 ДБ стає для нього нестерпним.

Залежно від рівня та характеру шуму, його тривалості, а також від індивідуальних особливостей людини, шум може чинити на нього різні дії.

Ліквідувати транспортний шум – задача неможлива, тому регулювання і обмеження шумового забруднення довкілля – важливий і обов'язковий захід. Джерелами шуму є практично всі види транспорту – на першому місці

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

Дія шуму на населення виявляється у великому діапазоні: від суб'єктивного роздратування до об'єктивних патологічних змін органів слуху, центральної нервової і серцево-судинної систем. Психофізіологічну дію шуму на людину дуже важко виміряти й оцінити, оскільки не існує ні точних методик, ні відповідних приладів [14].

Шум, навіть коли він невеликий, створює значне навантаження на нервову систему людини, надаючи на нього психологічний вплив. Це особливо часто спостерігається у людей, зайнятих розумовою діяльністю. Слабкий шум по різному впливає на людей. Причиною цього можуть бути: вік, стан здоров'я, вид праці. Вплив шуму залежить також і від індивідуального ставлення до нього. Так, шум, вироблений самою людиною, не турбує його, у той час як невеликий сторонній шум може викликати сильний дратівливий ефект. Відсутність необхідної тиші, особливо в нічний час, призводить до передчасної втоми. Шуми високих рівнів можуть з'явитися хорошим ґрунтом для розвитку стійкої безсоння, неврозів і атеросклерозу. Під впливом шуму від 85 - 90 ДБ знижується слухова чутливість на високих частотах. Довгий час людина скаржиться на нездужання. Симптоми - головний біль, запаморочення, нудота, надмірна дратівливість. Все це результат роботи в галасливих умовах. Вплив шуму на людину до деяких пір не був об'єктом спеціальних досліджень. Нині вплив звуку, шуму на функції організму вивчає ціла галузь науки - аудіологія. Було встановлено, що шуми природного походження (шум морського прибою, листя, дощу, дзюрчання струмка і інші) благотворно впливають на людський організм, заспокоюють його, навівають цілющий сон. Були вивчені наслідки впливу шуму на здоров'я європейців в 2003 році. Виявилося, що, крім серцевих захворювань, шумове забруднення викликає у

2% жителів Європи небезпечні порушення сну, а у 15% - інші негативні ефекти.

Постійний вплив дорожнього шуму є причиною 3% випадків захворювання, яке виявляється у постійному відчутті шуму у вухах. Опубліковані в останні роки дослідження показують, що шум здатний збільшувати вміст у крові таких гормонів стресу, як кортизол, адреналін і норадреналін - навіть у час сну. Чим довше ці гормони присутні в кровоносній системі, тим вище ймовірність, що вони призведуть до небезпечних для життя фізіологічних проблем. Сильний стрес здатний викликати серцеву недостатність, напад стенокардії, високий кров'яний тиск і проблеми з імунітетом [14].

2 МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО ОЦІНЮВАННЯ ХІМІЧНОГО ТА ФІЗИЧНОГО ВПЛИВУ АВТОТРАНСПОРТУ НА МІСЬКІ ЕКОСИСТЕМИ

На долю автомобільного транспорту доводиться до 75 % від всіх забруднень атмосферного повітря великих і середніх міст. Рациональний розподіл транспортних потоків – один із засобів поліпшення екологічної обстановки в місті. Для ефективної реалізації даного засобу необхідно проводити дослідження рівнів викидів шкідливих речовин бензинових автомобілів.

Велика частка впливу на НС припадає на легкові автомобілі, оскільки вони переважають в транспортному потоці міста (їх частка більше 95%), при співвідношенні чисельності бензинових, газових і дизельних автотранспортних засобів (у %) для легкових 70/25/5, вантажних 45/25/30, автобусів 50/25/25. Для виконання дослідження було обрано європейський їздовий цикл NEDC. Вибір цього циклу обумовлений тим, що країни СНД, в тому числі і Україна, в розробці стандартів визначення і нормування токсичності автомобільного транспорту орієнтуються на стандарти ЄС, де починаючи з 2000 р NEDC - діючий їздовий цикл. Цикл NEDC складається з чотирьох наступних один за іншим міських їздових циклів ECE 15 і одного заміського їздового циклу EUDC, наступних один за іншим. (табл. 2.1, рис. 2.1-2.3).

Таблиця 2.1 – Основні показники циклу NEDC

Величина	Одиниці вимірювання	Позначення	ECE 15	EUDC	NEDC
Шлях	Км	sΣ	1,013	6,955	11,007
Час	С	τΣ	195	400	1180

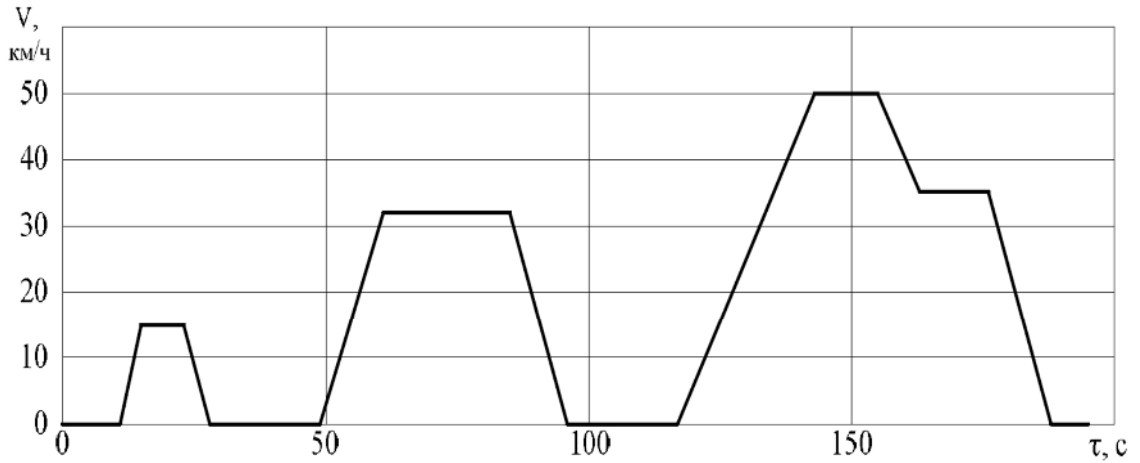


Рисунок 2.1 – Розрахункова схема міського їздового циклу ECE 15

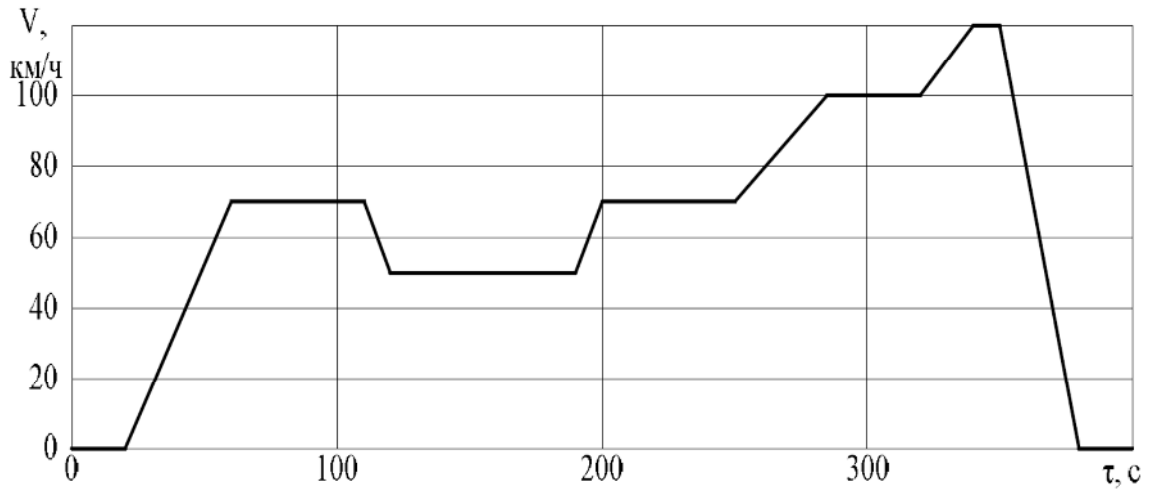


Рисунок 2.2 – Розрахункова схема заміського їздового циклу EUDC

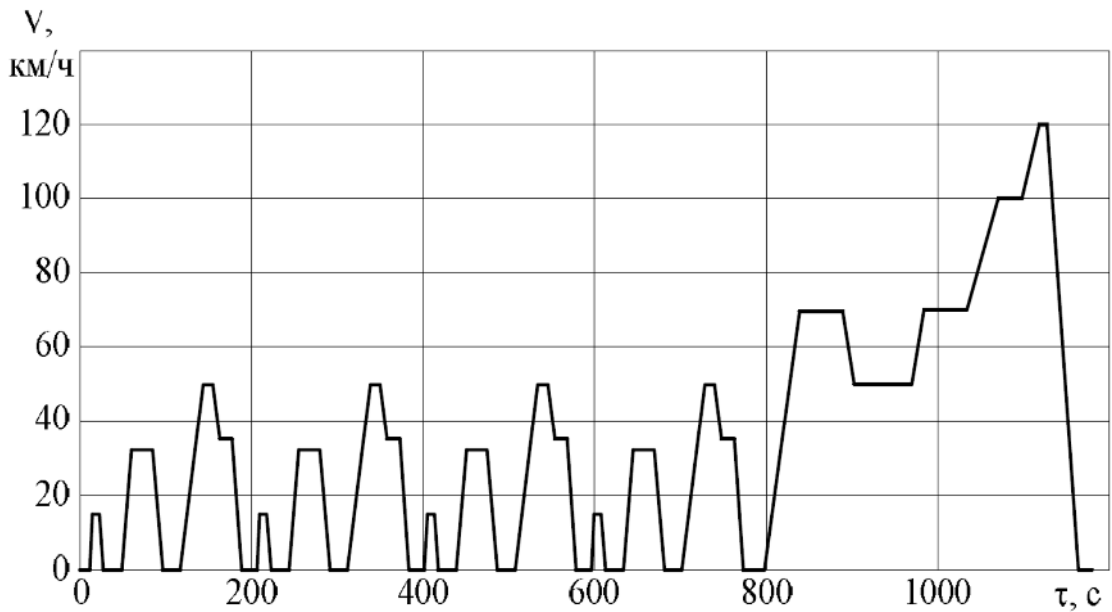


Рисунок 2.3 – Схема комбінованого їздового циклу NEDC

Аналіз їздового циклу NEDC показує, що 31% часу автомобіль рухається на ділянках з постійною швидкістю, 31% часу складають зупинки (імітація зупинок під час руху), 21% часу складають режими розгону, 17% - гальмування.

Структуру комплексної математичної моделі наведено на рис. 2.4.

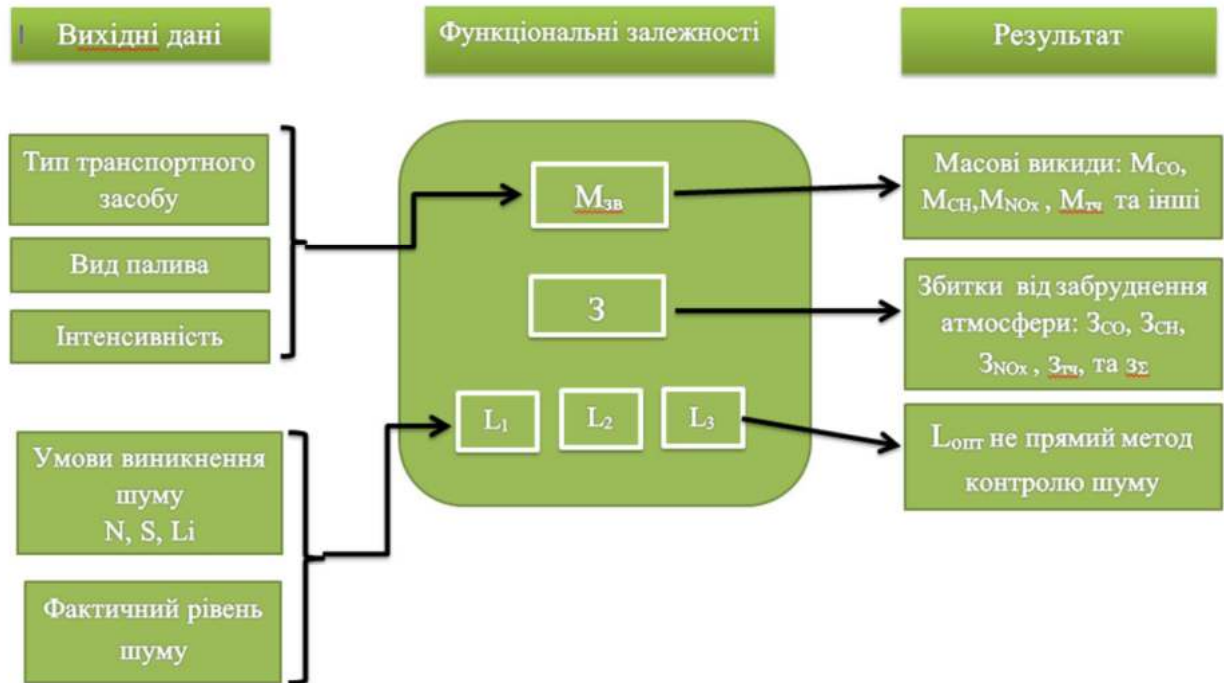


Рисунок 2.4 – Структура комплексної математичної моделі для оцінювання негативного впливу міського транспорту на НС

2.1 Математична модель для оцінювання масових викидів ЗР на ділянках руху автомобілів з постійною швидкістю

Інтенсивність руху транспортних засобів на розрахункових ділянках визначалася за формулою:

$$N_k = \sum (N_k^{cp})_{\tau} \cdot 60/\tau \cdot n \text{ авт/год} \quad (2.1)$$

де: $n = 3$ – кількість вимірів інтенсивності руху транспортних засобів протягом розрахункових проміжків часу; N_k^{cp} – усереднена за наслідками m

вимірів кількість автотранспортних засобів категорії до, що пройшло через розрахункову ділянку за проміжок часу $\tau = 5$ хвилин.

$$\left(N_k^{cp}\right)_\tau = \sum \left(N_k^j\right)_\tau / m_{\text{авт/год}} \quad (2.2)$$

де: N_k^j кількість автотранспортних засобів категорії до, що пройшло через розрахункову ділянку за проміжок часу τ в j -ом вимірі.

Сумарна інтенсивність руху транспортних засобів на розрахунковій ділянці визначається по формулі (2.3):

$$N_\Sigma = \sum N_k \text{ авт/год.} \quad (2.3)$$

Результати дослідження приведені в четвертому розділі роботи.

Методика призначена для визначення маси основних забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферу автомобілями в експлуатаційних умовах.

Основою для розрахунку шкідливих викидів є маса палива, споживаного автомобілями, величина якої враховує дію експлуатаційних чинників.

Питомі викиди шкідливих речовин з одиниці маси палива, споживаного автомобілями з двигуном даного типу, визначаються для справних і правильно відрегульованих двигунів з використанням експериментальних характеристик двигунів і режимів їх роботи під час руху автомобілів в різних експлуатаційних умовах. Чисельні значення питомих викидів визначені для автомобілів, не оснащених антитоксичними пристроями. Викиди вуглеводнів з газами картерів і у вигляді випаровувань палива для автомобілів, в яких не передбачено їх уловлювання, враховуються відповідним збільшенням викидів вуглеводнів з відпрацьованими газами. Коефіцієнти, що враховують дію технічного стану автомобілів на кількість викидів шкідливих речовин, визначаються з використанням результатів експериментальних досліджень і даних, прийнятих в інших подібних методиках. Масовий викид забруднюючих речовин з відпрацьованими газами автотранспортних засобів категорії що рухаються з постійною швидкістю розраховується по формулі:

$$M_{ki} = g_i \cdot G_T \cdot K_T \cdot 10^{-3} \cdot N_k, \text{ кг/км}\cdot\text{год} \quad (2.4)$$

де i – забруднююча речовина (CO, CH, NO_x, тверді частинки);

g_i – усереднений питомий викид i -го шкідливої речовини з одиниці палива, споживаного автомобілями k -го типу, кг/кг. Ці питомі викиди визначені з урахуванням найбільш достовірного для даних умов експлуатації розподілу витрати палива. Значення усередненого питомого викиду приведені в табл. 2.2;

G_T – усереднена масова витрата палива автомобілями k -го типу на 1 км шляху, кг/км, значення якої приведені в табл. 2.3;

K_T – коефіцієнт, що враховує дію технічного стану автомобілів на величину питомих викидів окислу вуглецю CO, вуглеводнів C_mH_n, оксидів азоту NO_x і сажі С. Для діоксиду сірки SO₂ і з'єднань Pb цей коефіцієнт дорівнює 1.0. Значення коефіцієнта K_T , що враховує дію технічного стану автомобілів, приведені в табл. 2.4.

Таблиця 2.2 - Значення усереднених питомих викидів шкідливих речовин автомобілями (кг/т палива)

Групи автомобілів	g_{CO_y}	g_{CH_y}	g_{NO_x}	G_{C_y}
Вантажні автомобілі з ДВЗ, що працюють на бензині і зрідженому нафтовому газі (ЗНД) при	225.7	54.8	17.46	-
Вантажні автомобілі з дизелями при міських перевезеннях	40.4	6.8	30.0	3.85
Автобуси з ДВЗ, що працюють на бензині і ЗНД при міських перевезеннях	233	56.9	16.37	-
Автобуси з дизелями при міських перевезеннях	41.5	6.93	29.6	3.85
Легкові службові і спеціальні легкові автомобілі з ДВЗ, що працюють на бензині і ЗНД і знаходяться	225.7	32.2	17.46	-
Автомобілі індивідуальних власників з ДВЗ, що працюють на бензині і ЗНД і знаходяться на обліку	202.22	28.43	20.98	-

Таблиця 2.3 - Усереднена масова витрата палива на 1 км шляху

Категорія АТС	Тип двигуна	G _T , кг/км
Легкові автомобілі	Бензиновий /дизельний	0,065/0,084
Мікроавтобуси	Бензиновий	0,135
Вантажні автомобілі	Бензиновий /дизельний	0,362/0,232
Пасажи́рські автобуси	Бензиновий /дизельний	0,321/0,319

Таблиця 2.4 - Значення коефіцієнтів впливу на питомі викиди шкідливих речовин технічного стану автомобілів (K_T)

Групи автомобілів	CO	CH	NO _x	C
Вантажні автомобілі з ДВЗ, що працюють на бензині і зрідженому нафтовому газі (ЗНД)	1.7	1.8	0.9	-
Вантажні і легкові автомобілі з дизелями	1.5	1.4	0.95	1.8
Автобуси з ДВЗ, що працюють на бензині і ЗНД	1.7	1.8	0.9	-
Автобуси з дизелями	1.5	1.4	0.95	1.8
Легкові службові і спеціальні легкові автомобілі, автомобілі індивідуальних власників з ДВЗ, що працюють на бензині і ЗНД	1.5	1.5	0.9	-

Викиди шкідливих речовин легковими автомобілями з ДВЗ, що працюють на стислому природному газі (СПГ), розраховуються за питомими викидами ЗР для вантажних автомобілів з ДВЗ, що працюють на СПГ. Сумарний масовий викид і-ої забруднюючої речовини розраховується по формулі:

$$M_{\Sigma i} = \sum M_{ki} \text{ кг/км}\cdot\text{час} \quad (2.5)$$

2.2 Математична модель для оцінювання масових викидів ЗР на ділянках розгону-гальмування автомобілів

Вихідні дані для математичної моделі умовно можна поділити на такі групи.

1. Постійні параметри автомобіля: передавальні числа коробки передач (для прямих передач) $uk_1, uk_2, uk_3, uk_4, uk_5$; повна маса автомобіля m_a , кг; передавальне число роздавальної коробки u_{pb} (якщо роздавальна коробка відсутня, то $u_{pb} = 1$); передавальне число головної передачі u_0 ; статичний радіус коліс r_{st} , м; коефіцієнти для побудови ВСХД A_1, A_2 [24]; коефіцієнт сумарного дорожнього опору ψ_d ; ККД трансмісії автомобіля η_t ; коефіцієнт опору повітря K , $(H \cdot c^2)/m^4$; висота автомобіля V_r , м; ширина автомобіля H_r , м; коефіцієнт заповнення лобової площі автомобіля α_A .

2. Постійні параметри двигуна: щільність палива ρ_t , $кг/м^3$; номінальна потужність двигуна $N_{e_ном}$, кВт; номінальна частота обертання двигуна, $n_{ном}$, $хв^{-1}$.

3. Параметри випробувального режиму: номер включеної передачі i_u ; швидкість автомобіля v , км / год.

4. Вихідні параметри двигуна: питома ефективна витрата палива на режимі g_e , г / (кВт · год); питомі викиди токсичних компонентів на режимі g_{CO} , g_{CH} , g_{NOx} , г / (кВт · год).

5. Схема випробувального циклу, тобто задана послідовність зміни параметрів випробувального режиму в часі (див. рис. 2.1 - 2.3).

Для розрахунку їздового циклу він розбивається на ділянки, на яких параметри випробувального режиму не змінюються. Перехідний режим, протягом якого автомобіль рухається з прискоренням або уповільненням, розбивається на елементарні квазістаціонарних режими тривалістю $\Delta t = 1$ с, протягом яких параметри випробувального режиму також не змінюються, швидкість умовно вважається постійною (рис. 2.5). У квазістаціонарних режимах враховуються зміни регульовальних параметрів двигуна на

перехідних режимах (наприклад, збагачення суміші при різкому збільшенні навантаження), і такі елементарні режими умовно вважаються стаціонарними.

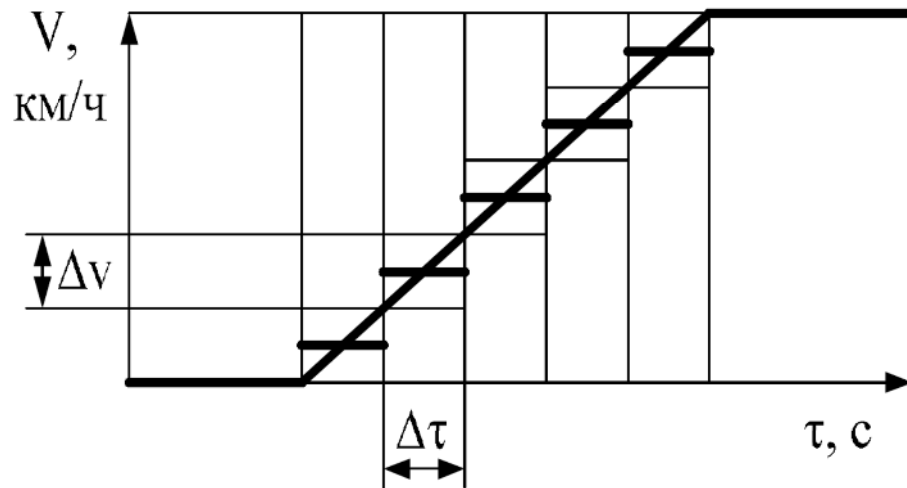


Рисунок 2.5 – Перетворення перехідного процесу в послідовність елементарних квазістаціонарних режимів

Розрахунок окремого стаціонарного режиму їздового циклу виконується наступним чином.

Потрібна частота обертання колінчастого вала двигуна, хв^{-1} [12].

$$n = \frac{V \cdot u_{ki_u} \cdot u_{pb} \cdot u_0}{0,377 \cdot r_{st}} \quad (2.6)$$

Лобова площа автомобіля, м^2 [12]

$$F = \alpha \cdot B_r \cdot H_r \quad (2.7)$$

Потрібна потужність двигуна, кВт [24]

$$N_e = \frac{m_a \cdot 9,81 \cdot \psi_d \cdot v}{3600 \cdot \eta_T} + \frac{K \cdot F \cdot v^3}{46656 \cdot \eta_T} \quad (2.8)$$

Потужність по зовнішній швидкісній характеристиці при заданих обертах, кВт [12]:

$$N_{e_ВСХД} = N_{e_НОМ} \cdot \left[A_1 \cdot \frac{n}{n_{НОМ}} + A_2 \cdot \left(\frac{n}{n_{НОМ}} \right)^2 - \left(\frac{n}{n_{НОМ}} \right)^3 \right]. \quad (2.9)$$

Потрібне питоме навантаження на двигун при заданій потужності, %

$$\bar{P} = \frac{N_e}{N_{e_ВСХД}} \cdot 100. \quad (2.10)$$

Потрібних крутний момент, Н·м [14]

$$M_e = 9550 \cdot \frac{N_e}{n}. \quad (2.11)$$

Величини n і, розраховані за рівняннями (2.1) і (2.5), визначають режим роботи двигуна. На підставі даних режиму визначаються експериментально на гальмівному стенді або розраховуються за уточненою методикою Вібе вихідні параметри двигуна g_e , g_{CO} , g_{CH} , g_{NO_x} . При розрахунковому визначенні перерахованих показників регульовальні параметри двигуна встановлюються фахівцем або беруться з характеристичних карт.

Витрата палива автомобілем на елементарному режимі, г/с [24]

$$Q_{\tau_реж} = \frac{g_e \cdot N_e}{3600} \cdot \tau_{реж}, \quad (2.12)$$

де $\tau_{реж}$ – тривалість елементарного режиму, с.

Викиди токсичних компонентів на режимі, г [14]

$$Q_{NO_x_реж} = \frac{g_{NO_x} \cdot N_e}{3600} \cdot \tau_{реж}, \quad (2.13)$$

$$Q_{CO_реж} = \frac{g_{CO} \cdot N_e}{3600} \cdot \tau_{реж}, \quad (2.14)$$

$$Q_{CH_реж} = \frac{g_{CH} \cdot N_e}{3600} \cdot \tau_{реж}. \quad (2.15)$$

Якщо режим є перехідним, то це враховується з використанням формул [12]:

$$Q_{i_реж_разгон} = k_{разгон}^i \cdot Q_{i_реж}, \quad (2.16)$$

$$Q_{i_реж_замедл} = k_{замедл}^i \cdot Q_{i_реж}, \quad (2.17)$$

де $Q_{i_реж}$ - викид i -го токсичного компонента на квазістаціонарному елементарному режимі, розраховується за формулами (2.8) ... (2.10);

$Q_{i_реж_разгон}$, $Q_{i_реж_замедл}$ - викид i -го токсичного компонента на перехідному режимі при розгоні і уповільненні автомобіля відповідно;

k - емпіричні коефіцієнти, що враховують вимірювання викидів i -го токсичного компонента при розгоні і уповільненні відповідно [15].

Подібним чином розраховується витрата палива на перехідному режимі, l

$$Q_{т_реж_разгон} = k_{разгон}^т \cdot Q_{т_реж}, \quad (2.18)$$

$$Q_{т_реж_замедл} = k_{замедл}^т \cdot Q_{т_реж}, \quad (2.19)$$

де $K_{розгон}$, $K_{замедл}$ - емпіричні коефіцієнти, що враховують вимірювання витрати палива автомобілем при розгоні і уповільненні відповідно [14].

Двигун MeM3-307, який є базовим для двигуна 4ГЧ7,5 / 7,35, штатно встановлюється на автомобіль DAEWOO SENS. З цієї причини для розрахункового дослідження характеристик токсичності двигуна 4ГЧ7,5 / 7,35 пропонується використовувати вищезгаданий автомобіль з встановленим на нього двигуном 4ГЧ7,5 / 7,35.

Відповідно до класифікації, прийнятої в [16], автомобіль DAEWOO SENS з встановленим на ньому двигуном 4ГЧ7,5/7,35 відноситься до категорії ВМ1.

Значення коефіцієнтів для транспортного засобу даної категорії наведені в табл. 2.5 [17].

Підсумкові викиди токсичних компонентів по їздовому циклу NEDC розраховуються за формулою, $г / км$

$$\Sigma Q_{i_NEDC} = \frac{\sum_k (Q_{i_реж})_k}{\tau_{\Sigma_NEDC}} = \frac{4 \cdot \sum_m (Q_{i_реж})_m + \sum_n (Q_{i_реж})_n}{\tau_{\Sigma_NEDC}}, \quad (2.20)$$

де $\sum_k (Q_{i_реж})_k$ – сумарний викид i -го токсичного компонента протягом

цикла *NEDC*, г;

$\sum_m (Q_{i_реж})_m$ – сумарний викид i -го токсичного компонента протягом

цикла *ECE 15*, г;

$\sum_n (Q_{i_реж})_n$ – сумарний викид i -го токсичного компонента протягом

цикла *EUDC*, г.

Таблиця 2.5 - Значення коефіцієнтів $k_{разгон}$, $k_{замедл}$ для транспортних засобів

Режим	k^T	k^{CO}	k^{CH}	k^{NOx}
Діапазон швидкості 0...20 км/год				
Розгін	6,05	13,05	5,15	13,23
Уповільнення	0,24	0,28	0,28	0,11
Діапазон швидкості 20-30 км/год				
Розгін	8,10	25,23	7,41	13,82
Уповільнення	0,14	0,17	0,17	0,06
Діапазон швидкості 30...40 км/ч				
Розгін	7,88	30,37	6,88	11,75
Уповільнення	0,10	0,13	0,11	0,03
Діапазон швидкості 40...50 км/ч				
Розгін	5,80	23,84	5,34	7,49
Уповільнення	0,06	0,09	0,07	0,02
Діапазон швидкості > 50 км/ч				
Розгін	4,08	17,83	3,71	6,01
Уповільнення	0,06	0,06	0,05	0,01

Підсумкова витрата палива по їздовому циклу NEDC розраховується за формулою, (г / км)

$$\Sigma Q_{\tau_NEDC} = \frac{\sum_k (Q_{\tau_реж})_k}{\tau_{\Sigma_NEDC}} = \frac{4 \cdot \sum_m (Q_{\tau_реж})_m + \sum_n (Q_{\tau_реж})_n}{\tau_{\Sigma_NEDC}}, \quad (2.21)$$

де $\sum_k (Q_{\tau_реж})_k$ – сумарна витрата палива на протязі цикла NEDC, г;

$\sum_m (Q_{\tau_реж})_m$ – сумарна витрата палива на протязі цикла ECE 15, г;

$\sum_n (Q_{\tau_реж})_n$ – сумарна витрата палива на протязі цикла EUDC, г.

2.3 Математична модель для оцінювання масових викидів ЗР під час зупинок від транспортних засобів

Масові викиди ЗР з відпрацьованими газами автомобілів під час зупинок визначаються за формулою

$$M_{зві} = N_i \cdot C_{зві} \cdot K_i \cdot G_{вгі} \cdot \tau, \quad (2.22)$$

де $G_{вгі}$ – масова витрата відпрацьованих газів на режимі холостого ходу;

$C_{зві}$ – концентрація забруднюючої речовини на режимі холостого ходу;

N_i – інтенсивність руху на ділянці;

K_i – коефіцієнт, що враховує розмірність визначення концентрації;

τ - відносна частка періоду зупинки, год:

$$\tau = \frac{\tau_з}{\tau_з + \tau_р}, \quad (2.23)$$

де $\tau_з$ – тривалість зупинки, год;

$\tau_р$ - тривалість періоду руху, год;

2.4 Розрахунок збитків від забруднюючих викидів двигунами автотранспорту в атмосферне повітря.

До економічних методів управління процесом природокористування належать також платежі за забруднення. Плата за забруднення навколишнього середовища встановлюється за:

- викиди в атмосферу забруднюючих речовин стаціонарними та пересувними джерелами забруднення;
- скиди забруднюючих речовин у поверхневі води, територіальні та внутрішні морські води, а також у підземні горизонти, у тому числі скиди, що проводяться підприємствами через систему комунальної каналізації;
- розміщення відходів у навколишньому середовищі.

Критерієм для розрахунку платежів за забруднення є збитки від нього. Ці збитки проявляються одночасно в моральному, соціальному, естетичному та екологічному аспектах. Але здебільшого оцінюються економічні збитки, які завжди є тільки частиною, хоч і дуже вагомою, загальних збитків. Оцінка моральних і соціальних збитків становить певні труднощі через відсутність відповідних методик.

Головними критеріями визначення економічних збитків є негативні зміни середовища в результаті антропогенної діяльності. Отже, економічні збитки - це грошова оцінка негативних змін у навколишньому середовищі в результаті його забруднення, в якості і кількості природних ресурсів, а також наслідків таких змін. Визначимо структуру показників, які дають змогу оцінити економічні збитки від забруднення навколишнього середовища і можуть бути оцінені у вартісній формі:

Фактичні збитки - це втрати або негативні зміни, які виникають від забруднення навколишнього природного середовища.

Відвернені збитки - це зниження можливих (потенційних) збитків у результаті проектування або проведення заходів із захисту довкілля, що становлять різницю між фактичними і можливими збитками.

Ліквідовані збитки - це та частина збитків, на яку їх було зменшено завдяки здійсненню природоохоронних заходів.

Потенційні збитки - це збитки, що можуть бути завдані суспільству в майбутньому через нинішнє забруднення навколишнього природного середовища.

Витрати на відвернення забруднення здійснюються безпосередньо на підприємстві чи в іншому джерелі забруднення з метою зменшення шкідливих викидів. Це може бути будівництво очисних споруд, впровадження екологічно чистих технологій, попередня обробка палива (наприклад, видалення сірки) тощо. Ці витрати зменшують економічні збитки.

Збитки в загальному вигляді розраховуються по формулі

$$З = M_i * A_i * \psi * \tau, \text{ грн/кг} \quad (2.24)$$

де, M_i – кількість забруднюючої речовини, кг

A_i – коефіцієнт шкідливості токсичної речовини,

ψ –

τ - коефіцієнт, що враховує тип території.

A_i для речовин:

$CO = 1$; $CH = 3,16$; $NO_x = 41,1$ ТЧ = 200

$$\psi = 2,5 * K_{\text{дол}}, \text{ грн} \quad (2.25)$$

де $K_{\text{дол}}$ - курс долара до гривні на 02.12.2023 р.

3 МЕТОДИ, ПРИЛАДИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

З метою зниження забруднення навколишнього середовища шкідливими викидами автомобілів здійснюється законодавче обмеження викидів шляхом введення спеціальних норм на викиди токсичних речовин автомобілями або їх двигунами. Встановлені з урахуванням реальних для поточного часу екологічної обстановки технічних досягнень і економічних можливостей норми шкідливих викидів періодично посилюються. Таким чином нормування стимулює розвиток науки і техніки, а також використання їх останніх досягнень, що, у свою чергу, забезпечує підвищення ефективності всього суспільного виробництва.

Вперше нормування шкідливих викидів було застосоване в США, де в 1959 р. в штаті Каліфорнію був прийнятий закон про обмеження змісту оксиду вуглецю і вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобільних двигунів. В даний час у всіх промислово розвинених країнах здійснюється законодавче нормування шкідливих викидів з ВГ автомобілів і їх двигунів. У країнах Західної Європи норми викидів встановлюються відповідно до Правил Європейської Економічної Комісії ООН. У 1987 р. СРСР прийняв зобов'язання застосовувати Правила ЄЕК, був введений в дію ряд стандартів, відповідних європейським нормам. Проте з розпадом Радянського Союзу роботи в цьому напрямі тимчасово припинилися. Тому зараз в Україні діють старі стандарти СРСР, що знаходяться на рівні застарілих європейських нормативів кінця восьмидесятих років, тоді як в найбільших промислових центрах світу: США, Японії і Європі норми посилюються в 1,5...2 разу через кожних 5...7 років з урахуванням аналізу технічних, економічних, біологічних, медичних і інших чинників. Входження ж України в європейське співтовариство накладає на неї певні зобов'язання, у тому числі і у сфері дотримання сучасних екологічних правил. Зараз в Україні розробляються нові державні стандарти, які, видно,

відповідатимуть сучасним європейським екологічним вимогам. Тому в даному підрозділі буде розглянута система обмеження викидів шкідливих речовин автотранспортом, вживана в Західній Європі.[12].

3.1 Прилади для визначення концентрацій забруднюючих речовин в відпрацьованих газах двигунів

Вимірювання вмісту шкідливих речовин у відпрацьованих газах проводиться за допомогою відбору частини ОГ і проведення хімічного аналізу зазначеної проби в різних приладах. При цьому прилад може працювати як постійно (в автоматичному режимі), так і періодичні - тільки під час обслуговування його оператором. Вибір методу хімічного аналізу, реалізованого в засобах виміру (СИ), залежить від виду речовини, концентрацію якого необхідно виміряти. У тому випадку, якщо одна і та ж речовина підпадає під різні види хімічного аналізу, результати можуть як збігатися, так і відрізнятися.

Для вимірювання нормованих газоподібних викидів - оксидів азоту, оксиду вуглецю і сумарних вуглеводнів стандартизовані відповідно хемілюмінесцентний, не дисперсний, абсорбційний, полум'яно-іонізаційний методи. При випробуваннях ДВЗ для визначення концентрацій шкідливих речовин у ВГ і димності ВГ використовуються досить складні методи та засоби вимірювань. У сучасних автоматичних газоаналізаторах установлені пристрої, які дозволяють проводити вимірювання концентрації у відпрацьованих газах як нормованих шкідливих речовин у ВГ (NO, NO₂, CO, ΣC_nH_m), так і деяких інших речовин у викидах ДВЗ (CO₂, SO₂, O₂). Вимірювання проводять у пробі ВГ (неповнопоточний принцип вимірювання), яку пропускають крізь газоаналізатор [2].

У газоаналізаторах забезпечується термостабілізація проби ВГ – підтримання температури проби ВГ у визначеному діапазоні. В першу чергу це важливо для визначення вуглеводнів з метою недопущення конденсації

важких вуглеводнів при зниженні температури проби ВГ до 180°C. Для визначення оксидів азоту підтримується температура проби ВГ не менше 70°C з метою недопущення конденсації пари води, що може призвести до поглинання частини оксидів азоту, тобто до зниження вимірної концентрації у ВГ.

Аналізатори кожної вимірюваної токсичної речовини таруються повірочними газовими сумішами. В паспорті на них містяться такі дані: номінальне значення концентрації газу, що аналізується, у суміші з газом-носієм (звичайно – повітрям, азотом або гелієм); похибку вимірювання даного номінального значення, а також строк придатності вказаної повірочної газової суміші й тиск газу у балоні. Для кожного газу застосовується своя повірочна газова суміш:

- для оксидів азоту – суміш, що містить оксид азоту визначеної концентрації;
- для монооксиду вуглецю, що містить СО визначеної концентрації;
- для сумарних вуглеводнів, яка містить будь-який індивідуальний вуглеводень (звичайно, метан або пропан) визначеної концентрації; в цьому випадку обов'язково фіксується , у перерахунку на який вуглеводень визначається концентрація сумарних вуглеводнів у ВГ.

Тарування аналізаторів проводиться у всьому діапазоні вимірюваного приладу (якщо прилад має кілька діапазонів, то перевіряється кожен діапазон). Вимірювання проводять від нульового значення концентрації (за допомогою так званого нульового газу -повітря або азоту) до 80% (не менше) від повної шкали вимірювання. Аналізатор вуглеводнів може таруватися за допомогою різних вуглеводнів. Але якщо тарування проводилася не тим газом, що рекомендується, то це повинно враховуватися при вимірах та введенням відповідного поправочного коефіцієнта [2]. Вимірювання концентрації сумарних вуглеводнів C_nH_m (по показанням газоаналізатора) являє собою величину, що залежить від виду вуглеводнів, використовуваного при таруванні газоаналізатора. Якщо в якості тарувального газу буде застосовуватися вуглеводень, відмінний від рекомендованого, необхідно

враховувати співвідношення кількостей атомів вуглецю в використуваному газі і рекомендованому. Вимірювання вмісту шкідливих речовин в ВГ може проводитися безпосередньо в пробі відпрацьованих газів (не розбавленою повітрям), що зазвичай має місце при випробуваннях ДВС на моторних стендах, а не в складі транспортного засобу. При випробуваннях ж автотранспортного засобу все відпрацьовані гази спочатку збираються в спеціальні поліетиленові мішки, в які потім подається певна кількість повітря, виходячи з витрат ВГ. Після чого проводиться вимірювання вмісту шкідливих речовин в пробі розбавлених відпрацьованими газами (рис.3.1) [2].

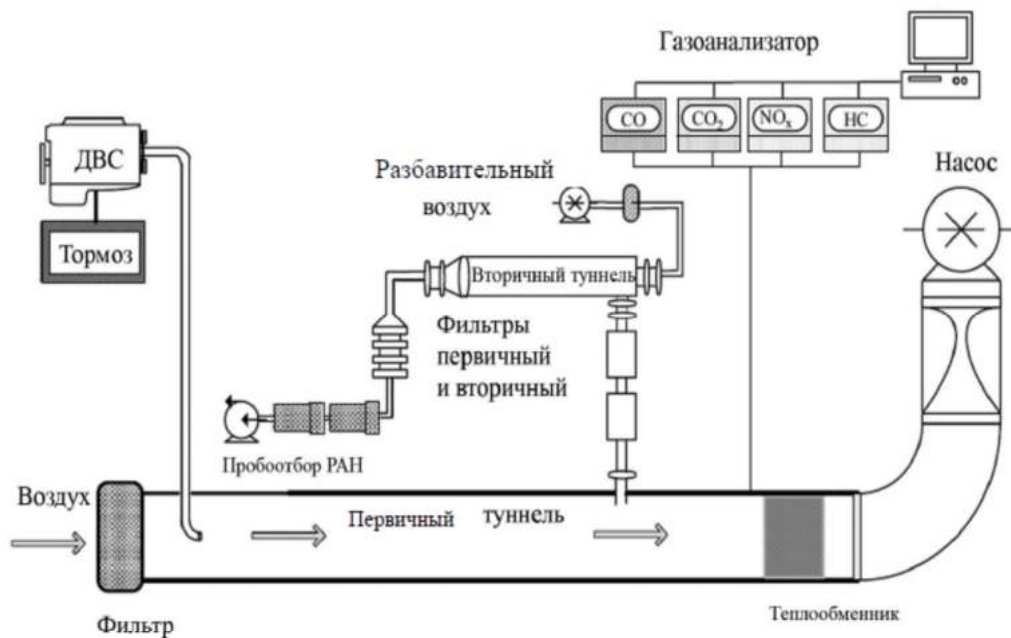


Рисунок 3.1 - Система системи CVS – Constant Volume Sample

Визначення концентрацій монооксиду вуглецю (CO). Вимірювання концентрації оксиду вуглецю CO проводиться спектральним методом. Метод заснований на принципі визначення виду молекул, з яких складається речовина, по вимірюванню спектрів поглинання в ультрафіолетовій, видимій та інфрачервоній областях. У сучасних приладах для виділення потрібної спектральної області використовують зазвичай не дисперсійні методи (без

розкладання випромінювання в спектр). Найчастіше застосовують газові фільтри оптико-акустичних не дисперсійних абсорбційних інфрачервоних аналізаторах (НДІК, NDIR), а абсорбційні і інтерференційні світлофільтри - в фільтрових фотометрах (рис. 3.2).

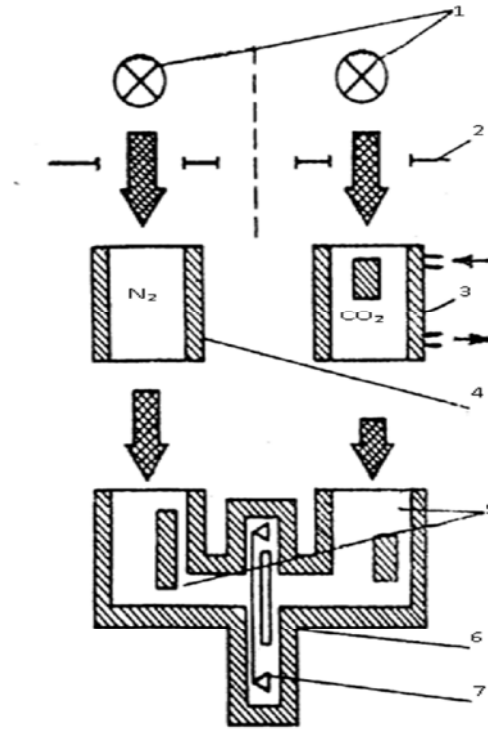


Рисунок 3.2 – Принципова схема оптико-акустичного газоаналізатора:

1 – джерела ІЧ радіації; 2 – обтюратор; 3 – робоча камера; 4 – порівняльна камера; 5 – променеприймачі; 6 –конденсаторний мікрофон; 7 – вимірювальна камера

У разі застосування спектро-фотометричних (дисперсійних) методів забезпечується порівняння поглинання двох монохроматичних пучків випромінювання, з яких один проходить через досліджуваний зразок, а інший - через еталон. В якості диспергуючого елемента, що розкладає випромінювання в спектр, можуть бути використано призми, решітки та інтерферометри. Проба вимірюється по спектру поглинання в ультрафіолетовій (УФ) і інфрачервоній (ІЧ)областях. Перевагою приладів є можливість одночасно вимірювати кілька компонентів на різних довжинах хвиль.

ІК-метод заснований на використанні абсорбційних характеристик вуглеводнів в ІК-діапазоні (для УФ-методу - в УФ діапазоні). Цим методом вимірюється поглинена частка радіації, яка реєструється у вигляді підвищення температури і відповідно тиску певного обсягу газу, що містить вуглеводні. У приладах цього типу використовується інфрачервоний метод аналізу, що базується на поглинанні променевої енергії (інфрачервоного випромінювання) при проходженні світла крізь газ, що аналізується. Механізм поглинання променевої речовинами у інфрачервоній зоні спектра обумовлений частотою власних коливань атомів або іонів та окремих груп молекул, а також частотою обертання молекул. Частина потоку радіації, яка відповідає спектру поглинання газу, що аналізується, умовно показана стрілкою. Два джерела інфрачервоної радіації випромінюються у два ідентичних оптичних канали. Ці потоки перериваються обтюратором при одночасному перекриванні обох каналів. У правому каналі потік переривчатої інфрачервоної радіації надходить крізь *робочу* камеру, після чого поступає до правого променеприймального циліндра вимірювальної камери (променеприймача). У лівому каналі потік переривчатої радіації проходить крізь *порівняльну* камеру, після чого надходить до лівого променеприймача тієї ж вимірювальної камери.

Вікна усіх камер виготовлені із матеріалу, що пропускає потоки інфрачервоної радіації у необхідному інтервалі довжин хвиль. Крізь робочу камеру безперервно проходить аналізована газова суміш. Порівняльна камера герметична й заповнена азотом.

Променеприймач заповнений газом, який підлягає визначенню. В об'ємі променеприймача можуть виникати коливання температури й тиску газу тільки за рахунок поглинання інфрачервоної радіації, ефективність якого визначається відповідним спектром поглинання. При проходженні потоку випромінювання крізь робочу камеру відбувається його ослаблення за рахунок поглинання відповідної частини спектра компонентом, який визначають.

У порівняльній камері, яка заповнена азотом, поглинання радіації не має

місця. Таким чином, у правий променеприймач вимірювальної камери проникає радіація, інтенсивність якої на частотах, що відповідають смугам поглинання визначеного компонента, ослаблена відповідно до його концентрації у газовій суміші. У двох променеприймачах виникають коливання температури і тиску; при цьому у правому з них амплітуда коливань значно менша, ніж у лівому. У середній частині променеприймача установлений конденсаторний мікрофон, ємність якого може змінюватися відповідно до коливання мембрани. Мембрана мікрофона сприймає коливання тиску як у правій, так і в лівій частині приймача. Оскільки тиск у його циліндрах змінюється одночасно, то амплітуда коливань мембрани мікрофона визначається різницею тисків у обох частинах приймача. Таким чином, амплітуда коливань мембрани визначається інтенсивністю поглинання у інфрачервоній зоні спектра, який обумовлений компонентом, що заповнює робочу камеру й характеризує його вимірювану концентрацію. Запис показників здійснюється винесеним самописом чи іншим малогабаритним приладом [2].

Визначення концентрацій оксидів азоту NO_x . Вимірювання концентрації оксидів азоту NO_x проводиться Хемілюмінесцентним методом. В основу методу покладено властивість оксиду азоту при взаємодії з атомарним киснем або озоном виділяти квант світла, який реєструється високочутливим фотопримножувачем. Одержуваний сигнал пропорційний концентрації аналізованого компонента газової суміші. Для виміру концентрації діоксиду азоту NO_2 його заздалегідь перетворюють в оксид азоту NO за допомогою пропускання через каталітичний конвертор, що нагрівається. Робочу схему хемілюмінесцентного газоаналізатора показано на рис.3.3. Цей аналізатор складається з двох основних блоків: пристрою пробопідготовки (ППП) та аналізу (БА). Пристрій пробопідготовки призначений для відбирання, очищення від механічних домішок й подачі проби ВГ ДВЗ під стабілізованим тиском до блоку аналізу. Останній служить для вимірювання вмісту оксидів азоту та перетворення його результатів в електронний сигнал й далі у показники вмісту оксидів азоту в об'ємних частках.

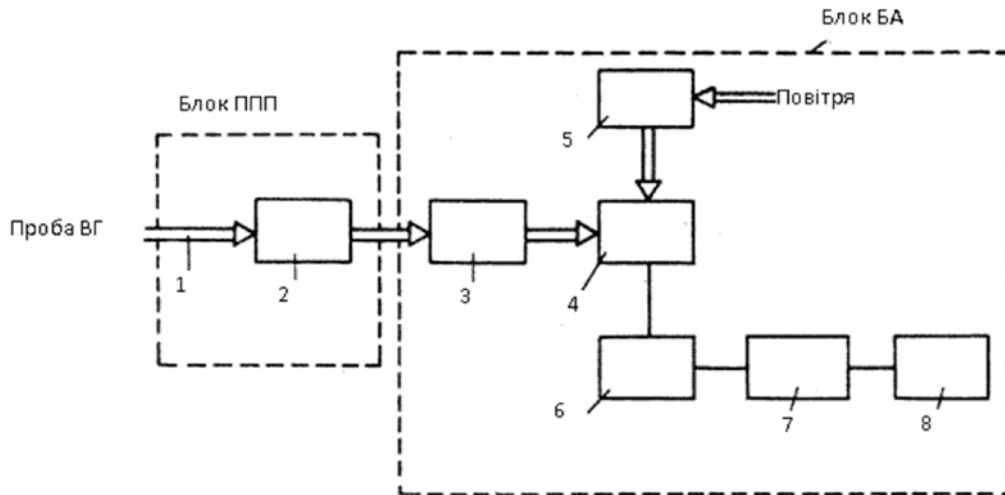


Рисунок 3.3 – Робоча блок-схема хемілюмінесцентного газоаналізатора:
 1 – газозабірник; 2 – пристрій пробопідготовки; 3 – каталітичний конвектор; 4 – реакційна камера; 5 – генератор озону; 6 – фотоелектронний помножувач; 7 – посилювач постійного струму; 8 – вимірювально - записний прилад.

Проба газу відбирається із випускної труби, проходить через ППП і надходить через газовий тракт БА до каталітичного конвектора. У каталітичному конвекторі NO_2 (у пробі) відновлюється до NO і потім проба надходить до реакційної камери. До реакційної камери поряд з газом, що аналізується, із генератора озону надходить цей реагент (рис 3.4).

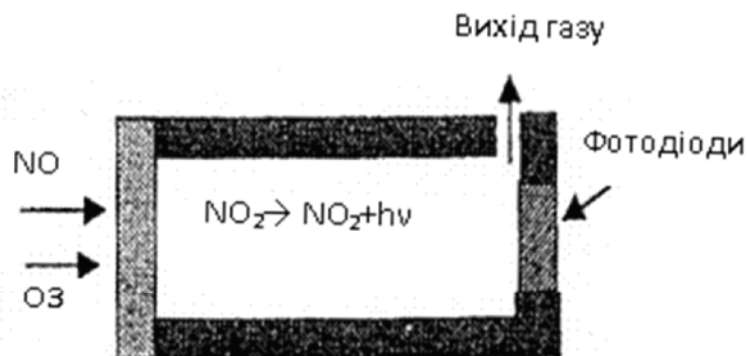


Рисунок 3.4 – Принципова схема газоаналізатора, який функціонує за принципом хемілюмінесценції: O_3 – озон; $h\nu$ – інтенсивність випромінювання газу

У результаті хімічної реакції поміж озоном та оксидом азоту двооксид NO_2 (у збудженому стані) переходить в основний стан, що супроводжується випромінюванням світла (хемілюмінесценцією), яке й реєструється фотоелектронним помножувачем (наприклад, фотодіодами. Можливе застосування фотоколориметричного методу, який представляє собою одну з різновидів абсорбційного оптичного аналізу, тобто аналіз по поглинанню випромінювання визначаються речовиною. Поглинання випромінювання призводить до зміни інтенсивності забарвлення кольорового з'єднання (пропорційно концентрації речовини), що утворюється при взаємодії визначається компонентами проби з допоміжним реагентом. Ступінь зафарбованості визначається фільтровим фотометром. Метод застосується для визначення мікро концентрацій і перевірки газоаналізаторів. В залежності від середовища, де відбувається ця реакція, фотоколориметри підрозділяються на стрічкові і рідинні:

- стрічкові фотоколориметри прийнятні в основному як індикатори і сигналізатори наявності токсичних речовин; вони відрізняються великою похибкою, викликані нерівномірністю прошарування стрічки і її старінням, а також сильною залежністю показань від температури;

- в рідинних фотоколориметрах аналізуюча проба барботує (проходить) через розчин допоміжного реагенту, в наслідок чого відбувається утворення пофарбованого з'єднання.[2]

Визначення концентрацій вуглеводнів C_nH_m . Полум'яно-іонізаційні газоаналізатори застосовуються для вимірювання C_nH_m (суми вуглеводнів). Принцип дії таких газоаналізаторів базується на використанні полум'яно-іонізаційного методу, який дозволяє вимірювати величину іонізаційного струму з допомогою електродів при спалюванні вуглеводнів у полум'ї водневого пальника (рис. 3.5). У першому наближенні величина цього струму пропорційна кількості атомів вуглецю, які містяться у молекулі вуглеводня. Це надає можливість при аналізі C_nH_m приводити показання приладу до еквівалентної кількості однієї з контрольних речовин: метану, пропану або іншого вуглеводню, який має у своєму складі контрольна перевірна газова суміш.

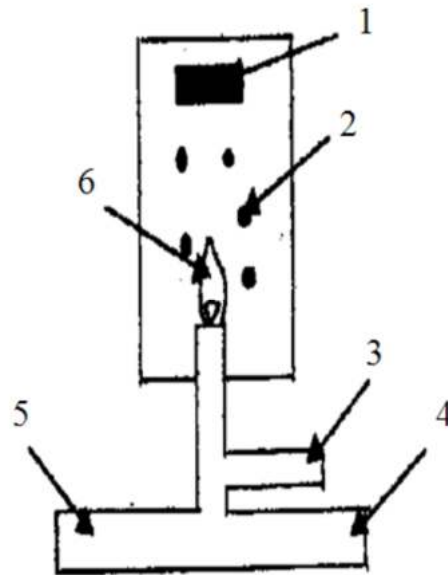


Рисунок 3.5 – Принципова схема полум'яно-іонізаційного газового аналізатора: 1 – негативно заряджене кільце для іонів; 2 – позитивні іони вуглеводнів; 3 – підведення повітря до пальника; 4 – підведення водню до пальника; 5 – підведення до пальника C_nH_m , що аналізується; 6 – полум'я пальника.

Оскільки величина іонізаційного струменя прямо пропорційна кількості вуглецю у C_nH_m та витраті газу, що аналізується, то для надійної роботи приладу необхідно використати стабілізовані газові потоки водню й повітря, аби підтримати процес горіння водню та й самого газу для його аналізу. Для запобігання конденсації киплячих вуглецеводнів у процесі їх транспортування вся система разом із трубопроводом газозабірною пристрою підігрівається до 450...470 К [2].

Визначення концентрацій твердих частинок. Відпрацьовані гази являють собою аерозоль - високотемпературне (120 ... 900 °С) газове середовище, в якому є зважені тверді частки; крім того, при зниженні температури ВГ внаслідок їх змішування з повітрям деякі газоподібні речовини конденсуються (переходячи в рідкий і твердий стан). Розмір аерозольних частинок є функцією хімічних і фізичних процесів, які відбуваються в період від початку утворення частинок до їх відбору. На розмір часток

впливають такі процеси, як розведення ВГ повітрям, коагуляція, конденсація, рівень гомогенності і гетерогенності. Розподіл рідких і твердих частинок в газовому середовищі характеризується таким параметром, як дисперсність – кількість частинок в одиниці об'єму, а також розподіл часток за розміром.

Гравіметричний метод. В даний час в якості стандартного методу визначення емісії дисперсних частинок з ВГ при випробовуваннях дизелів (як на стенді, так і в складі транспортного засобу) прийнятий гравіметричний метод. Принцип методу – визначення маси твердих і рідких речовин, що знаходяться в одиниці об'єму суміші ВГ і повітря при температурі цієї суміші не вище 52°C (325 K).

Випробування проводять за допомогою вимірювального комплексу який в технічній літературі прийнято називати "тунель", по-скільки один з центральних блоків комплексу являє собою трубу (тунель). У цьому блоці ВГ розбавляються повітрям з ціллю зниження температури суміші до рівня 52° С, що призводить до конденсації всіх високомолекулярних сполук (вуглеводнів з вуглецевими групами від C₅ і вище). Оскільки на різних швидкісних і навантажувальних режимах витрата ВГ різна (особливо у ДВС з наддувом), то кількість розбавленого повітря також різна для підтримки постійного співвідношення між ним та ВГ. Далі відбирається проба суміші відпрацьованих газів і повітря (при цьому повинно забезпечуватися рівність лінійних швидкостей основного потоку ВГ і відбиратися проби - ізокінетичним методом), яка пропускається через фільтр (матеріал фільтру - скловолокно).

Маса РМ визначається як різниця між результатами зважування фільтра до випробувань (чистий фільтр) і після (рис. 3.6); облік маси парів води проводиться за допомогою термостатування фільтрів в термостаті при постійній вологості до і після випробувань, т. е. кількість вологи в фільтрах до і після випробувань постійно [2].

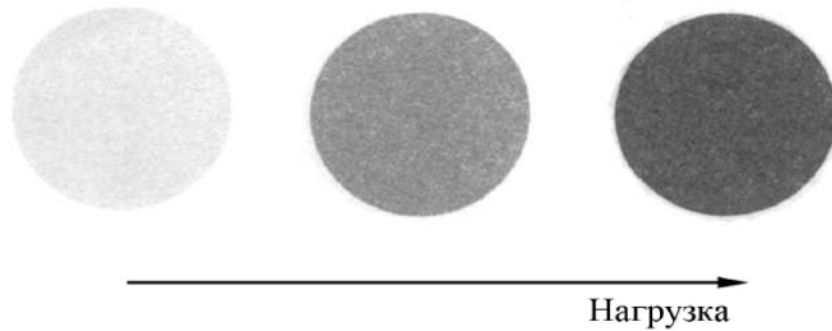


Рисунок 3.6 - Зовнішній вигляд фільтрів, через які пропустили суміш відпрацьованих газів і повітря.

В ході випробувань двигунів використовуються два типи "тунелів" - повнопоточний і неповнопоточний (рис. 3.7), в останньому випадку - так звані "мінітунель" і "мікротунель".

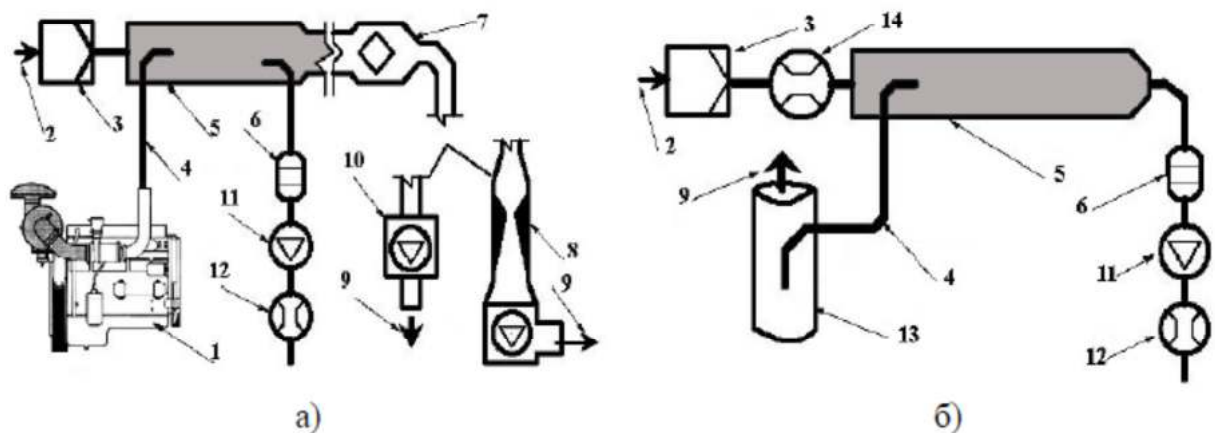


Рисунок 3.7 - Принципові схеми: а - повнопоточного і б – не повнопоточного "тунелів":

1 - двигун, 2 – повітря для розведення, 3 -повітряний фільтр, 4 - труба для відводу ВГ, 5 – тунель для розбавлення, 6 -фільтр для осадження дисперсних частинок, 7 - холодильник для осушення ВГ, 8 -сопло Вентурі, 9 - відведення ВГ, 10 - насос для прокачування повітря, 11 - насос для відбору проби, 12 - витратомір, 13 -вихлопна труба двигуна, 14 - витратомір повітря.

У повнопотоковий весь потік ВГ від дизеля пропускається через "тунель", а в не повнопотоковому - тільки частина ВГ. У зв'язку з цим один зразок "міні-тунелю" можливо використовувати для дуже широкої гами (по витраті повітря) двигунів, а один повнопотоковий "тунель" здатний забезпечити проведення випробувань тільки двигунів, близьких між собою по потужності. Для ДВЗ, які мають більшу витрату повітря, необхідний "тунель" більшого габариту, щоб не створювати підвищеного опору ВГ на виході з двигуна. Повнопотокові "тунелі" мають трубу для розбавлення довжиною 6 - 11 м, а "Міні і мікротунелі" - від 0,6 до 3 м. Проте саме повнопотоковий вимірювальні комплекси є еталонними. Вони найбільш прийнятні в разі випробувань двигунів не більше 25 кВт (в іншому випадку їх габаритні розміри занадто великі), і особливо - при випробуваннях на перехідних режимах. Істотним недоліком системи не повнопотокового тунелю є те, що під впливом високої температури ВГ йде процес руйнування і / або піролізу органічних речовин, що потрапляють в пробу зі стінок вихлопної системи автомобіля або ДВС і вимірювальної частини приладу. Ситуація ускладнюється у разі зростання температури ВГ в зв'язку з ростом навантаження, а також у разі наявності вище точки відбору проби розвиненою поверхні, наприклад глушника. У цьому випадку необхідна витримка на режимі протягом тривалого часу для усунення подібного впливу. Проблема руйнування РМ особливо важлива в разі утворення великих часток. Тому перед виміром повинна забезпечуватися ідентичність умов за рахунок витримки на режимах, причому на різних навантаженнях витримка різна. На режимі холостого ходу ДВС стабілізація початкових умов може бути забезпечена протягом однієї хвилини, але з ростом навантаження цей час збільшується [2].

3.2 Методи та засоби контролю транспортних шумів

Основними джерелами шумового забруднення у містах є автомобільний транспорт. На відміну від промислових джерел забруднення, які прив'язані до

окремих територій і відокремлені від житлової забудови санітарно-захисними зонами, автомобіль є рухомим джерелом забруднення, який часто трапляється у житлових мікрорайонах і місцях відпочинку.

Вирішення проблеми підвищення рівня безпеки транспортних магістралей для оточуючого 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 біля транспортних магістралей та несприятливо впливає на стан здоров'я людей.

Шум, зокрема транспортний, несприятливо впливає майже на всі системи організму людини, викликаючи в нього як короточасні, 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 [27].

У місті, внаслідок опитування, отримано значну кількість скарг населення на різні рівні вуличного шуму. Так, при середньому рівні шуму до 70 дБ кількість скарг на сильну дратівливу дію шуму становила 38 %, при рівнях 71-75 дБ – 58 %, при рівнях 76-80 дБ – 72 %. З опитування населення, яке проживає поблизу галасливих вулиць з інтенсивним рухом транспорту, виявлено, що шум заважає читати (66 %), займатися (54 %), зосередитися на виконанні роботи у квартирі (26 %). Як відзначають під час опитування, під впливом шуму знижується працездатність, змінюється характер (переважає дратівливість і запальність), змінюються реакції на різні життєві ситуації. Скарги мешканців на житлово-побутовий шум виявили за умови перевищення шуму в 35 дБА. Однак відсутність скарг і реакція "звикання" до шуму ще не свідчить про байдуже ставлення людини до шуму і нешкідливість його дії на

організм. Через нестійкість психофізіологічної оцінки шуму і труднощі виразити її в певних показниках вивчення впливу шуму на населення має бути доповнене здобуттям об'єктивних фізіолого-гігієнічних даних [27].

Рівень звукового тиску шумів вимірюють децибелами (дБ), бо органи слуху людини саме пристосовані до них, а не до белів (Б). Це умовні одиниці характеристики сили звуку, які показують, наскільки звук (шум) у логарифмічних відносних величинах вищий за поріг слухового сприйняття людини. Звичайна розмова ведеться в межах інтенсивності звуку 30 – 60 дБ, що відповідає частоті 250 – 8000 Гц. Допустимі межі сили звуку становлять 45 – 85 дБ, больовий поріг – 130 дБ. У разі постійного шуму силою 70 дБ виникає розлад ендокринної та нервової систем, 90 дБ – порушується слух, 120 дБ – з'являється нестерпний фізичний біль. В середині приміщень різного призначення рекомендують діапазони шумів: для сну, відпочинку – 30–45 дБ; для виробничих приміщень – 56–70 дБ (норматив шуму в житлових приміщеннях: вночі – 30 дБ, вдень – 40 дБ).

Характер дії міського шуму на організм людини можна встановити такими способами:

- опитуванням про дію шуму згідно зі спеціальною анкетною або аналізом скарг населення, що поступають до різних офіційних установ;
- за допомогою різних психологічних тестів;
- фізіологічними, біохімічними, гематологічними і іншими об'єктивними методами дослідження різних органів і систем організму людини;
- клінічними методами дослідження стану здоров'я окремих колективів;
- вивченням стану захворюваності міського населення.

Було вивчено вплив транспортного й житлово-побутового шуму з рівнями звуку від 30 до 80 дБА на центральну нервову (електроенцефалографія, хронорефлексометрія), серцево-судинну (електрокардіографія, плетизмографія, реографія, артеріальний тиск, пульс)

системи, слуховий і зоровий аналізатори, глибину сну, працездатність (цифрові, буквені таблиці, тести на увагу). Час експозиції становив 1-8 г.

При рівні звуку 70 дБА погіршення слухової чутливості спостерігаємо на частотах 500 і 1000 Гц. Шум 80 дБА спричиняє втомлення органу слуху, що виявляється підвищенням порогів на всіх досліджуваних частотах. Так, на частоті 250 Гц слухова чутливість знизилася на 14 дБ, на частоті 500 Гц – 17-25 дБ, на частоті 1000 Гц – 22-31 дБ, а на частоті 4000 Гц – 17дБ. Таким чином, в умовах міського шуму відбувається постійне напруження слухового аналізатора, що спричиняє значне збільшення порогів чутливості.

У житлових будинках, розташованих на міських магістралях, населення часто скаржиться на скруту сприйняття мови, що пов'язане з маскуванням окремих звуків мови транспортним шумом. На тлі транспортного шуму рівнем 60дБА під час прослуховування одно- і багатоскладових слів кількість помилок незначна. При рівні 70 дБА відбувається порушення розбірливості мови в 20 % випадків, при шумі 80 дБА не можливо сприйняти 20-50 % слів. Порушення стану центральної нервової системи, спричинені шумом, призводять до зниження уваги і працездатності людей, особливо тих, які займаються розумовою працею [27]. При дії шуму з рівнями 60 і 70 дБА кількісні і якісні показники працездатності практично мало змінювалися, порівняно з тишею. Це можна пояснити звиканням, а також тим, що під час короткочасної дії шуму опитувані можуть зосереджувати свою увагу. Цього не спостерігаємо при шумі 80 дБА, під впливом якого знижується увага, збільшується час виконання завдання і кількість помилок, знижується продуктивність розумової праці.

Вимірювання рівнів шуму відбувається за допомогою шумомірів. Шумомір — прилад для об'єктивного вимірювання рівня звуку. Не слід плутати цей параметр з рівнем гучності. Не всякий прилад, що вимірює звук, є шумоміром. Існують міжнародні стандарти, що встановлюють вимоги до цих приладів. У Європі вимірювання шуму проводиться за стандартом ІЕС 61672-1. В Україні вимірювання шуму регламентується ДСТУ 2325-93.

Фактично шумомір являє собою мікрофон, до якого підключений вольтметр, що проградуєований в децибелах. Оскільки електричний сигнал на виході з мікрофону пропорційний вихідному звуковому сигналу, приріст рівня звукового тиску, що впливає на мембрану мікрофона викликає відповідний приріст напруги електричного струму на вході в вольтметр, що і відображається за допомогою індикаторного пристрою, проградуєованого в децибелах. Для вимірювання рівнів звукового тиску в контрольованих смугах частот, наприклад 31,5; 63; 125 Гц тощо, а також для вимірювання рівнів звуку (дБА), коректованих за шкалою А з урахуванням особливостей сприйняття людським вухом звуків різних частот, сигнал після виходу з мікрофону, але до входу в вольтметр, пропускають через відповідні електричні фільтри.

Загальна схема шумоміра обирається так, щоб його властивості наближалися до властивостей людського вуха. Оскільки чутливість вуха залежить як від частоти звуку, так і від його інтенсивності, в шумомірі використовуються кілька комплектів фільтрів, що відповідають різній інтенсивності шуму. Дані фільтри дозволяють імітувати АЧХ вуха при заданій потужності звуку. Ці фільтри називаються А, В, С, D. Їх амплітудно-частотні характеристики наведені в стандарті МЕК 651. Фільтр А приблизно відповідає АЧХ «посереднього вуха» при слабких рівнях шуму, фільтр В — при сильних рівнях шуму. Фільтр D був розроблений для оцінки авіаційного шуму. В даний час для нормування шуму застосовуються тільки фільтри А і С (останній — для оцінки пікових рівнів шуму). Останні версії стандартів на шумоміри не встановлюють вимог до фільтрів В і D [17].

4 ДОСЛІДЖЕННЯ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ МІСЬКОГО АВТОТРАНСПОРТУ НА ДОВКІЛЛЯ НЕПРЯМИМИ МЕТОДАМИ

Одним з ефективних напрямів рішення задачі поліпшення екологічних показників атмосферного повітря міського середовища є гнучкий контроль і раціональне управління транспортними потоками. Зважаючи на актуальність рішення задачі поліпшення екологічних показників атмосферного повітря міського середовища можна сказати, що існує необхідність проведення контролю інтенсивності руху транспортних засобів, рівнів викидів забруднюючих речовин автомобільним транспортом. Об'єктом дослідження є розрахункові ділянки на автошляхах з різною інтенсивністю транспортних потоків. Розрахункова ділянка – це ділянка автомобільної дороги, протяжністю 1 км. При проведенні досліджень враховувалися наступні *категорії автотранспортних засобів*: легкові автомобілі; вантажні автомобілі; пасажирські автобуси.

Спостереження проводилися в світлий час доби з 8 до 20 години, тобто тривалість періоду спостережень склала 12 годин. Період спостереження був розбитий на 3 розрахункових періоди, проміжки часу по 4 години кожен. З 08.00 до 12.00 год, з 12.00 до 16.00 год, та з 16.00 до 20.00 год. Вимірювання проводилися протягом 5 хвилин в кожен проміжок часу.

4.1 Результати оцінювання екологічних показників міського автотранспорту на ділянках руху з постійною швидкістю та зупинках

Дослідження проводилися на 3-х розрахункових ділянках.

Результати експериментальних досліджень інтенсивності руху автотранспортних засобів, результати обчислень рівнів викидів забруднюючих речовин з відпрацьованими газами автомобільного транспорту

на ділянках руху з постійною швидкістю та відповідні збитки від забруднення атмосфери представлені на рис. 4.1, рис 4.2.

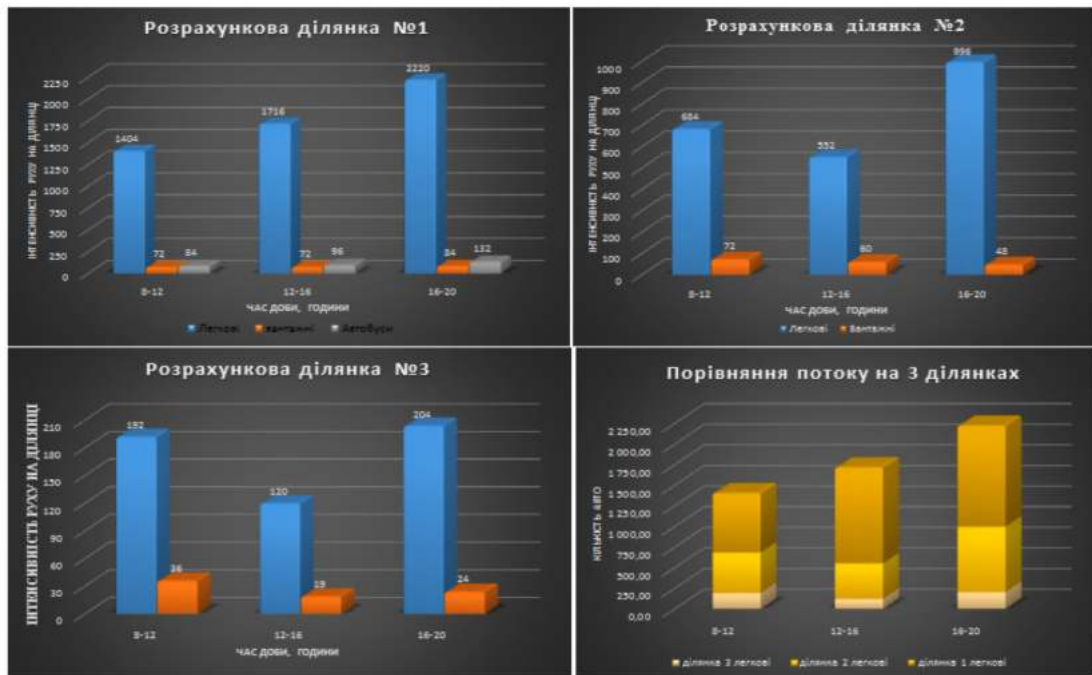


Рисунок 4.1 – Інтенсивність руху АТЗ на розрахункових ділянках №1-3

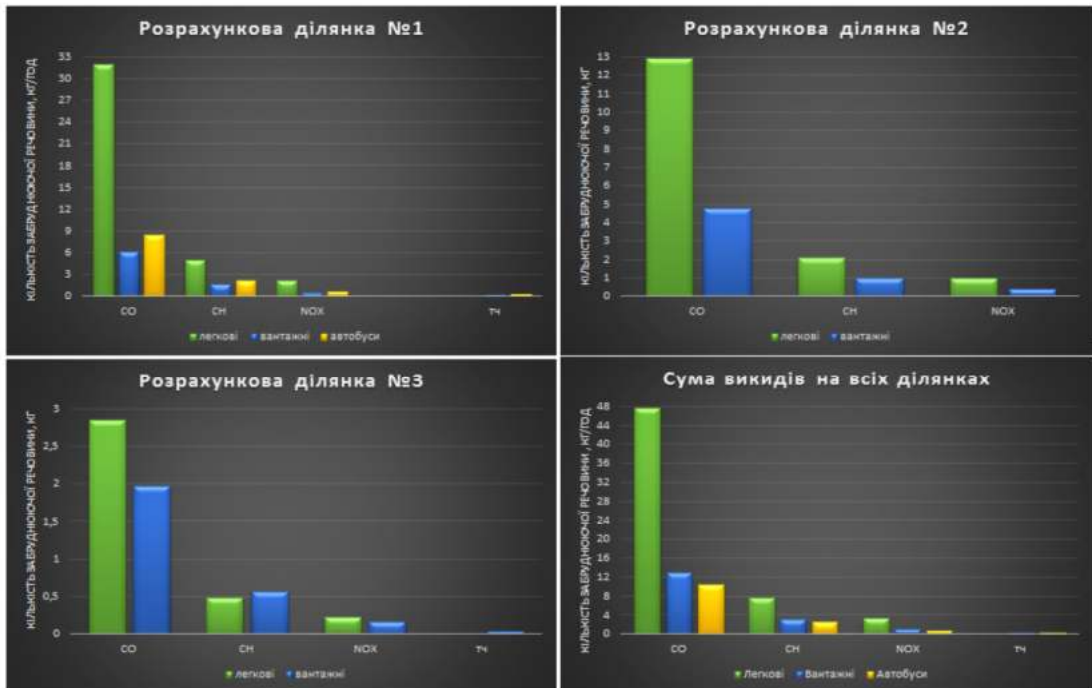


Рисунок 4.5 – Рівні викидів забруднюючих речовин АТЗ на ділянках № 1-3

Таблиця 4.1 - Результати експериментальних досліджень масових викидів ЗР автомобілями на зупинці перед світлофором на ділянці №1

Ділянка	Час	Тр. ср.	Кіл. (з)	СО	СН	NO _x	ТЧ
1	08-12	л/а	780	190,39	15,82	6,30	
		в/а	42	2,12	0,96	1,17	0,064
		авт	32	1,61	0,7	0,89	0,049
	12-16	л/а	804	196,25	16,30	6,49	
		в/а	39	1,97	0,89	1,09	0,060
		авт	29	1,46	0,67	0,81	0,044
	16-20	л/а	823	200,88	16,69	6,64	
		в/а	47	2,37	1,08	1,31	0,072
		авт	33	1,67	0,76	0,92	0,050
Загальна				49,89	4,49	2,14	0,03

Таблиця 4.2 - Розрахунок збитків від забруднення атмосфери на ділянці №1

Ділянка	Маса забруд. речов. , кг				Збиток, грн				Загальний, грн
	СО	СН	NO _x	тч	СО	СН	NO _x	тч	
1	49,89	4,49	2,14	0,03	8315,67	2364,92	14660,1	1000,08	26340,77

4.2 Результати експериментально-розрахункових досліджень рівнів транспортних шумів

Вирішення проблеми підвищення рівня безпеки транспортних магістралей для оточуючого 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 біля транспортних магістралей та

несприятливо впливає на стан здоров'я людей. Загальний внесок транспортного шуму в акустичний фон сельбищної зони оцінюється на рівні 60 – 80 % . Встановлено, що транспортний шум впливає на мешканців сельбищної зони, яка розташована поблизу автотранспортних шляхів, упродовж 15-18 годин на добу.

1. Методика Поспелова. По П.І. Поспелову прогностична модель, яка характеризує шум транспортного потоку виглядає як:

$$L = 50 + 8,8 \lg N \quad (4.1)$$

де L – рівень шуму транспортного потоку на відстані 7,5 м від вісі найближчої смуги;

N - кількість автотранспортних засобів категорії, що пройшло через розрахункову ділянку за проміжок часу.

2. Методика ГОСТ 20444-85. Вихідним параметром для розрахунку еквівалентного рівня звуку, створюваного біля фасаду будівлі потоком автомобільного транспорту (включаючи автобуси і тролейбуси), є шумова характеристика потоку $L_{A_{екв}}$ в дБА, що визначається за ГОСТом 20444-85.

$$L_{A_{екв}} = 10 \lg N + 13,3 \lg V + 8,4 \lg p + 7 \quad (4.2)$$

де N - інтенсивність руху, од. / год;

V - середня швидкість потоку, км / год;

p - частка вантажного і громадського транспорту в потоці,%, (до вантажних належать автомобілі вантажопідйомністю 1,5 т і більше);

3. Методика, що враховує варіативність шуму. Така модель описує 73,4 % варіативності рівня шуму. Стандартне відхилення передбаченого рівня шуму від виміряного має складати приблизно 1,56 дБА. Вочевидь що додавання другого параметру підвищує точність результату. Крім того в цьому випадку дещо знижується роль кількості транспортних засобів, що рухаються на даній ділянці за одиницю часу. Це пов'язано з тим що по ширшим дорогам їздить більше транспорту чим по вузьким.

$$Y_c = 66,46 + 0,00086 X_1 + 0,72 X_2 \quad (4.3)$$

де Y_c - розрахунковий рівень шуму, дБА;

X_1 – інтенсивність потоку, кільк./год;

X_2 – ширина проїжджої частини.

Результати оцінювання ефективності методик 1-3 шляхом порівняння розрахункових – встановлених за допомогою кожної методики та експериментальних – визначених за допомогою шумоміра DT-8852 рівнів транспортних шумів на ділянках №1 і №2 представлені в табл. 4.3, 4.4.

Таблиця 4.3 - Порівняння розрахункових та експериментальних даних рівнів шуму на ділянці №1

Ділянка	Час	Кільк. тран.зас	Розрахунк. методики			Фактичний	Похибка розр. мет.		
			1	2	3		1	2	3
1	08-12	2430	79,79	65,21	77,19	75,6	5%	13%	3%
	12-16	1980	79,01	63,5	76,8	73,8	7%	14%	4%
	16-20	1878	78,81	64,81	76,71	74,6	5%	13%	3%

Таблиця 4.4 - Порівняння розрахункових та експериментальних даних рівнів шуму на ділянці №2

Ділянка	Час	Кільк. тран.зас	Розрахунк. методики			Фактичний	Похибка розр. мет.		
			1	2	3		1	2	3
2	08-12	840	75,73	59,92	70,78	75,7		20%	7%
	12-16	720	75,14	59,05	70,68	73,7	2%	19%	4%
	16-20	780	75,45	58,94	70,73	74,4	1,4%	19%	5%

Результати досліджень показали, що:

- розходження експериментальних та розрахункових даних при визначенні транспортних шумів складають 2 ... 20 %;
- найбільш точною є розрахункова методика №3 (похибка - 3 ... 7%).

5 ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ АВТОТРАНСПОРТУ НА ДОВКІЛЛЯ

5.1 Визначення збитку від забруднення атмосфери відпрацьованими газами вантажних автомобілів до проведення природоохоронних заходів

Укрупнена оцінка збитку від забруднення атмосферного повітря відпрацьованими газами вантажних автомобілів визначається по формулі:

$$Y = \gamma \times \delta \times \sum_{i=1}^n M_i \times f_i \times K_{инд}$$

де γ - питомий збиток від викиду в атмосферу умовної тонни забруднюючих речовин;

δ - безрозмірний коефіцієнт, що враховує відносну небезпеку забруднення атмосферного повітря над територіями різних типів, приймається рівним $\delta=4$ [15];

f_i - безрозмірна поправка, що враховує характер розсіювання домішки;

M_i - приведена маса річного викиду домішки i -го виду з джерела, умов. т/рік;

n - загальна кількість видів домішок у викиді;

$K_{инд}$ - коефіцієнт індексації, приймається рівним $K_{инд}=1$.

Величина поправки f :

— для газоподібних і дрібнодисперсних домішок із швидкістю осадження 1 мс/с або при експлуатаційному значенні ступеня очищення $\eta < 90\%$;

$$f = \frac{100}{100 + \varphi \cdot h} \cdot \frac{4}{1 + u},$$

де φ - середньорічне значення швидкості вітру на рівні флюгера, м/с, приймається рівним $\varphi = 12$ м/с;

h - висота джерела викиду, приймається рівним $h=0,6$ м;

u - швидкість вітру, якщо вона не відома, приймається $u=3$ м/с;

— при $1\text{ м/с} < V < 20\text{ см/с}$ або $70\% < \eta < 90\%$:

$$f = \left(\frac{1000}{60 + \varphi \cdot h} \right) \cdot \frac{4}{1 + u},$$

— при $V > 20\text{ см/с}$ або $\eta < 70\%$:

$$f = 10.$$

Для оксидів азоту величину поправки визначаємо по формулі:

$$f = \frac{100}{100 + \varphi \cdot h} \cdot \frac{4}{1 + u} = \frac{100}{100 + 12 \cdot 0,6} \cdot \frac{4}{1 + 3} = 0,93.$$

Для твердих частинок $f = 10$.

Приведена маса річного викиду домішки визначається по формулі:

$$M_i = A_i \times M_{\phi}.$$

де A_i - показник відносної агресивності, умов. т/т (для оксидів азоту $A_i = 41,1$ умов. т/т, для твердих частинок $A_i = 200$ умов. т/т);

M_{ϕ} - фактична маса річного викиду і – ої забруднюючої речовини, т/рік (для оксидів азоту $M_{\phi} = 0,0011382$ т/год $\cdot 2480$ год/рік = 2,8227 т/рік, для твердих частинок $M_{\phi} = 0,0000191$ т/год $\cdot 2480$ год/рік = 0,0474 т/рік).

Визначаємо приведену масу річного викиду оксидів азоту по формулі:

$$M_i = A_i \cdot M_{\phi} = 41,1 \cdot 2,8227 = 116,013 \text{ умов.т/рік.}$$

Визначаємо приведену масу річного викиду твердих частинок по формулі:

$$M_i = A_i \cdot M_{\phi} = 200 \cdot 0,0474 = 9,48 \text{ умов.т/рік.}$$

Укрупнена оцінка збитку від забруднення атмосферного повітря відпрацьованими газами вантажних автомобілів:

$$Y = \gamma \times \delta \times \sum_{i=1}^n M_i \times f_i \times K_{\text{інд}} = 14,4 \cdot 4 \cdot (116,013 \cdot 0,93 + 9,48 \cdot 10) \cdot 1 = 11675,059 \text{ грн/рік.}$$

5.2 Укрупнена оцінка збитку від забруднення атмосферного повітря вантажними автомобілями

Визначаємо приведену масу річного викиду оксидів азоту по формулі:

$$M_i = A_i \cdot M_\phi = 41,1 \cdot 0,5645 = 23,2 \text{ умов.т/рік,}$$

де $M_\phi = 2,8227 \cdot (1-\eta) = 2,8227 \cdot (1-0,8) = 0,5645 \text{ т/рік;}$

η – ефективність рециркуляції.

Визначаємо приведену масу річного викиду твердих частинок по формулі:

$$M_i = A_i \cdot M_\phi = 200 \cdot 0,00474 = 0,948 \text{ умов.т/рік.}$$

де $M_\phi = 0,0474 \cdot (1-\eta) = 0,0474 \cdot (1-0,9) = 0,00474 \text{ т/рік;}$

η – ефективність сажового фільтру.

Укрупнена оцінка збитку від забруднення атмосферного повітря відпрацьованими газами вантажних автомобілів:

$$Y = \gamma \times \delta \times \sum_{i=1}^n M_i \times f_i \times K_{інд} = 14,4 \cdot 4 \cdot (23,2 \cdot 0,93 + 0,948 \cdot 10) \cdot 1 = 1788,826 \text{ грн / рік.}$$

5.3 Визначення розмірів платежів за викиди забруднюючих речовин в атмосферу пересувними джерелами до проведення природоохоронних заходів

Суми збору, що стягується за викиди пересувними джерелами забруднення $\Pi_{вп}$, обчислюються платниками самостійно, виходячи з кількості фактично використаного пального і його виду, на підставі нормативів збору за ці викиди і коригуючих коефіцієнтів визначаються по формулі:

$$\Pi_{вп} = \sum_{i=1}^n M_i \times H_{бі} \times K_{нас} \times K_\phi = 58,85 \cdot 3 \cdot 1,35 \cdot 1 = 238,34 \text{ грн / рік}$$

де M_i - кількість використаного пального i – того виду, т ($M_i = 0,02373$ т/год $\cdot 2480$ год/рік = 58,85 т/рік);

H_{bi} – норматив збору за тону i – того виду пального, грн/т, приймається рівним $H_{bi} = 3$ грн/т;

$K_{нас}$ – коригуючий коефіцієнт, що враховує чисельність жителів населеного пункту, приймається рівним $K_{нас} = 1,35$;

K_{ϕ} – коригуючий коефіцієнт, що враховує народногосподарське значення населеного пункту, приймається рівним $K_{\phi} = 1$.

ВИСНОВКИ

1. Проведено аналіз факторів негативного впливу міського автотранспорту на навколишнє природне середовище та людину до яких відносяться: забруднення атмосфери токсичними продуктами згорання відпрацьованих газів транспортних двигунів – оксид вуглецю(CO), вуглеводні (CH), оксидів азоту (NO_x) , тверді частинки та ін.

2. Проаналізовано: експлуатаційні параметри та екологічні показники транспортних засобів за категоріями та типами двигунів; методології інструментального та не прямого (розрахункового) оцінювання хімічного та фізичного впливу транспортних двигунів на міські екосистеми.

3. Створено математичну модель для комплексного оцінювання хімічного та фізичного впливу на навколишнє середовище міського автотранспорту, яка дозволяє визначити масові викиди у атмосферу нормованих забруднюючих речовин з відпрацьованими газами двигунів: оксидів вуглецю (CO), вуглеводнів (CH), оксидів азоту (NO_x), твердих частинкок (ТЧ), а також акустичне забруднення.

4. Проведено експериментально-розрахункові дослідження з визначення масових викидів забруднюючих речовин з відпрацьованими газами автомобілів – CO, CH, NO_x та ТЧ на 3-х розрахункових ділянках з різною інтенсивністю руху транспортних засобів: 120 – 2220 авт/год; масові викиди вказаних забруднюючих речовин склали: на ділянці № 1 – 45,7 кг/км*год; на ділянці № 2 – 17,8 кг/км*год; на ділянці № 3 – 8,7 кг/км*год.

5. Виконано розрахунки збитків від забруднення атмосфери на досліджуваних розрахункових ділянках, які склали: на ділянці №1 – 9721,31 грн/год; на ділянці №2 – 3729,94 грн/год; на ділянці №3 – 1115,69 грн/год.

6. Проведено експериментальні дослідження з визначення найбільш точного з 3-х відомих розрахункових методів оцінювання транспортних шумів; встановлено, що таким є метод, який враховує варіативність шуму з відхиленнями від експериментальних даних – 3%....7%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сафранов Т.А. Екологічні основи природокористування: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / Т.А. Сафранов. – Львів: “Новий Світ2000”, 2003. - 248 с.
2. Транспортна екологія: навчальний посібник / О. І. Запорожець, С.В. Бойченко, О.Л. Матвеева, С.Й. Шаманський, Т.І. Дмитруха; за заг. редакцією С. В. Бойченка. – К.: НАУ, 2017. – 507 с
3. Мерживська В.В. Забруднення атмосфери викидами транспортних засобів. Основні сполуки. Вплив каталітичних нейтралізаторів / В.В. Мерживська // Автошляховик України: науково-виробничий журнал.– 2018.– №3.– С.20-23.
4. Методика розрахунку викидів забруднюючих речовин від автомобільного транспорту. Київ. 2012. – 14 с.
5. Скорчено В.Ф. Автомобіль у місті – екологічна проблема//Вісник АН України. 2002 № 2. С.29-34.
6. Колесник С.І. Статистична оцінка забруднення атмосферного повітря автомобільним транспортом: автореф. дис.... канд. економ. наук: 08.03.01 / Київ. нац. екон. ун-т // УРЖ “Джерело”.– 2004. – №6.
7. Покращання екологічних показників автотранспортних засобів за рахунок зменшення їх рівня зовнішнього шуму: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.22.02 / В.В. Федоров; Національний транспортний університет - К., 2004. - 19 с.
8. М.В. Хворост, С.А. Грязнова, В.В. Малишева. Дослідження шумовипромінювання автотранспортних засобів в потоці. //Журнал Комунальне господарство міст. Вип. № 118. 2014. – С. 75-78.
9. Білявський Г.О. Основи загальної екології / Білявський Г.О., Падун М.М., Фурдуй Р.С. – Київ: Либідь, 1993. – 234с.
10. Підвищення стабільності екологічних показників дизельного автомобіля, обладнаного каталітичним нейтралізатором //УРЖ “Джерело”, № 1, 2005. – С. 12-17.

11. Гилев В.В. Вплив шуму та загазованості на населення при магістральних територіях: Науково – технічна збірка. – К.,2002 – вип.11.
12. Environmental Protection Agency. 40 CFR Parts 85, 89 and 92: Emission Standards for Locomotives and Locomotive Engines // Federal Register. Vol. 62, № 28, 2012. – 240 p.
13. Regulation No 49. Revision 6. Uniform provision concerning the approval of compression ignition (C.I.) and natural gas (NG) engines as well as positiveignition (P.I.) engines fuelled with liquefied petroleum gas (LPG) and vehicles equipped with C.I. and NG engines and P.I. engines fuelled with LPG, with regard to the emissions of pollutants by the engine. / United Nations Economic and Social Council Economic Commission for Europe Inland Transport Committee Working Party on the Construction of Vehicles: E/ECE/TRANS/505, 2013. – 434 p.
14. Regulation № 96. Uniform provision concerning the approval of compression ignition (C.I.) engines to be installed in agricultural and forestry tractors with regard to the emissions of pollutants by the engine. Geneva, 2019. – 109 p.
15. ISO 8178. Reciprocating internal combustion engines – Exhaust emission measurement – Part 4: Test cycles for different engine applications, 2010. – 18 p.
16. Polyvianchuk A., Innovative technologies to increase environmental and energy safety of urban transport and municipal energy / A. Polyvianchuk, V. Bilichenko, S. Romanyuk, R. Semenenko, A. Dmitrieva // Theoretical and science bases of actual tasks. Proceedings of the XXIII International Scientific and Practical Conference. Lisbon, Portugal. 2022. – Pp. 594-597.
17. Parsadanov I. Complex Assessment of Fuel Efficiency and Diesel Exhaust Toxicity. / I. Parsadanov, A. Marchenko, M. Tkachuk, S. Kravchenko, A. Polyvianchuk et al. // SAE Technical Paper 2020-01-2182, 2020. – 9 p.
18. Поливянчук А.П., Звонов В.А. Підвищення економічної ефективності екологічних випробувань тепловозів // Зб. наук. праць УкрДАЗТ.- Харків, 2005. - Вип. 68.- С. 168-176.

19. Каніло П.М. Автомобіль та навколишнє середовище / Каніло П.М., Бей І.С., Ровенський О.І. – Х.: Прапор, 2000. – 304 с.
20. Матейчик В.П. Особливості використання природного газу як моторного палива для транспортних засобів / В.П. Матейчик, В.І. Захарчук, І.С. Козачук, О.В. Захарчук // Вісник Національного транспортного університету. – Київ: НТУ 2008. – № 16. – С. 127-130.
21. Polyvianchuk A., Creation of universal systems for environmental certification of transport diesels based on mini- and microtunnels. / A. Polyvianchuk, S. Tsymbal, V. Khreshchenetskyi, V. Kuzhel, R. Koval // Problems of science and practice, tasks and ways to solve them. Proceedings of the XXVI International Scientific and Practical Conference. Helsinki, Finland. 2022. – Pp. 369-374.
22. Абрамчук Ф. І., Гутаревич Ю. Ф., Долганов К. Є., Тимченко І. І. Автомобільні двигуни: Підручник. — К.: Арістей, 2006. — 476 с.
23. Данова К.В., Данова В.В. Вплив транспортного шуму на людину та шляхи його зниження // Науковий вісник будівництва. – Вип. 55. – Харків: ХДТУБА, 2009. – С. 270-273.
24. Шейкіна Ю.О., Мислюк О.О. Акустичне забруднення селітебного середовища міста від транспортних потоків // Вісник КДПУ ім. Михайла Остроградського. – Вип. 5/2007 (46). Ч.1. – Кременчук: Кременчуцький державний політехнічний університет імені Михайла Остроградського, 2007. – С. 144-147.
25. Polivyanchuk A.P. Experimental verification of microtunnel MKT-2 on the brake stand autotractor diesel engine / A.P. Polivyanchuk, I.V. Parsadanov // Industrial technology and engineering. – Republic of Kazakhstan, 2015. – №2 (15). – P. 11-16.

ДОДАТОК А
ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Підвищення ефективності технологій непрямого контролю негативного впливу міського автотранспорту на довкілля

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота
 (БДР, МКР)

Підрозділ: кафедра екології, хімії та технологій захисту довкілля
 (кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unicheck

Оригінальність 83% Схожість 17%

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку



 (підпис)

Матусяк М.В.

(прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unicheck щодо роботи.


Автор роботи


 (підпис)

Онацький Д.П.

(прізвище, ініціали)

Керівник роботи


 (підпис)

Полив'янчук А.П.

(прізвище, ініціали)

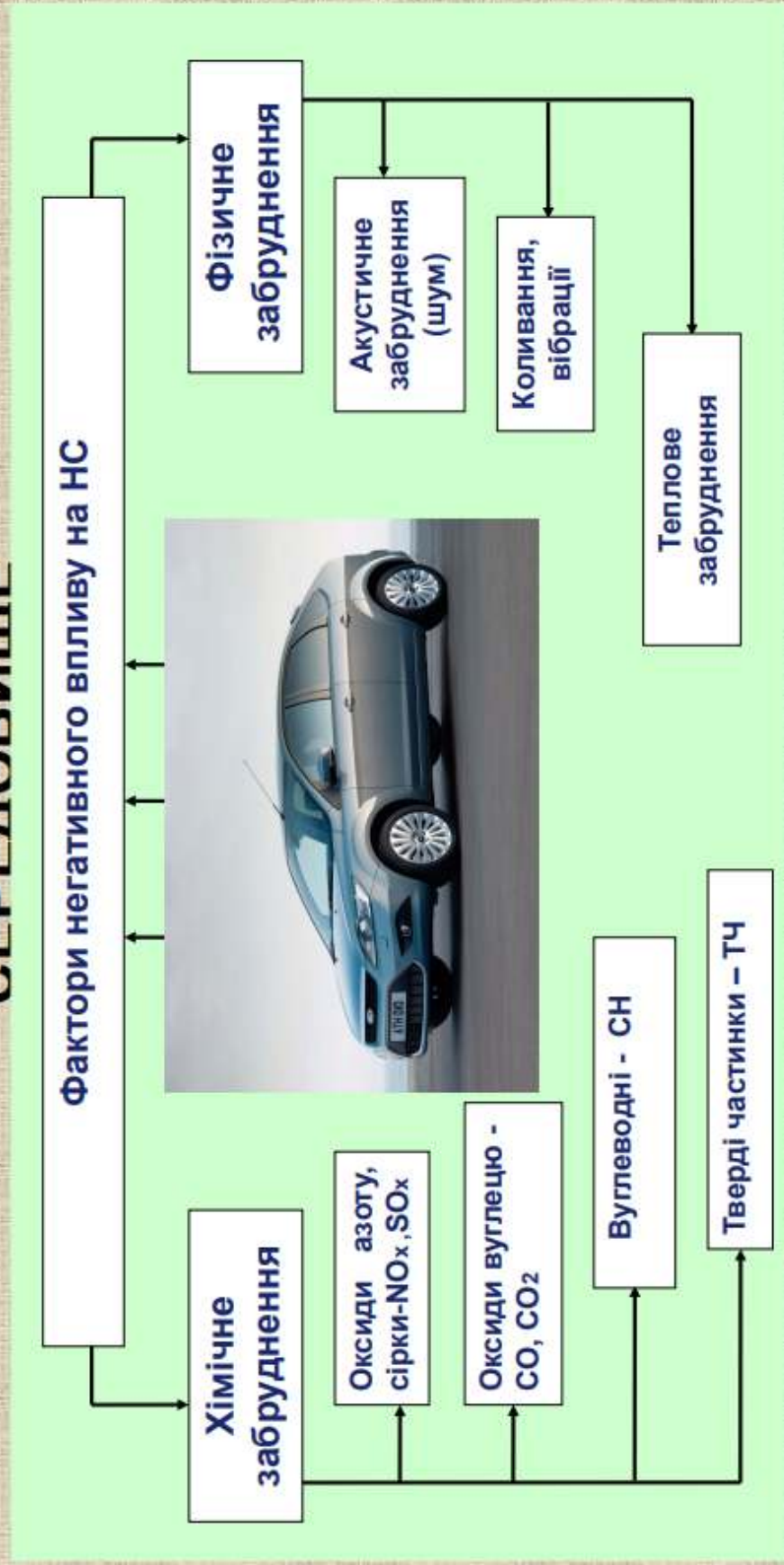
ДОДАТОК Б
(обов'язковий)

ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА

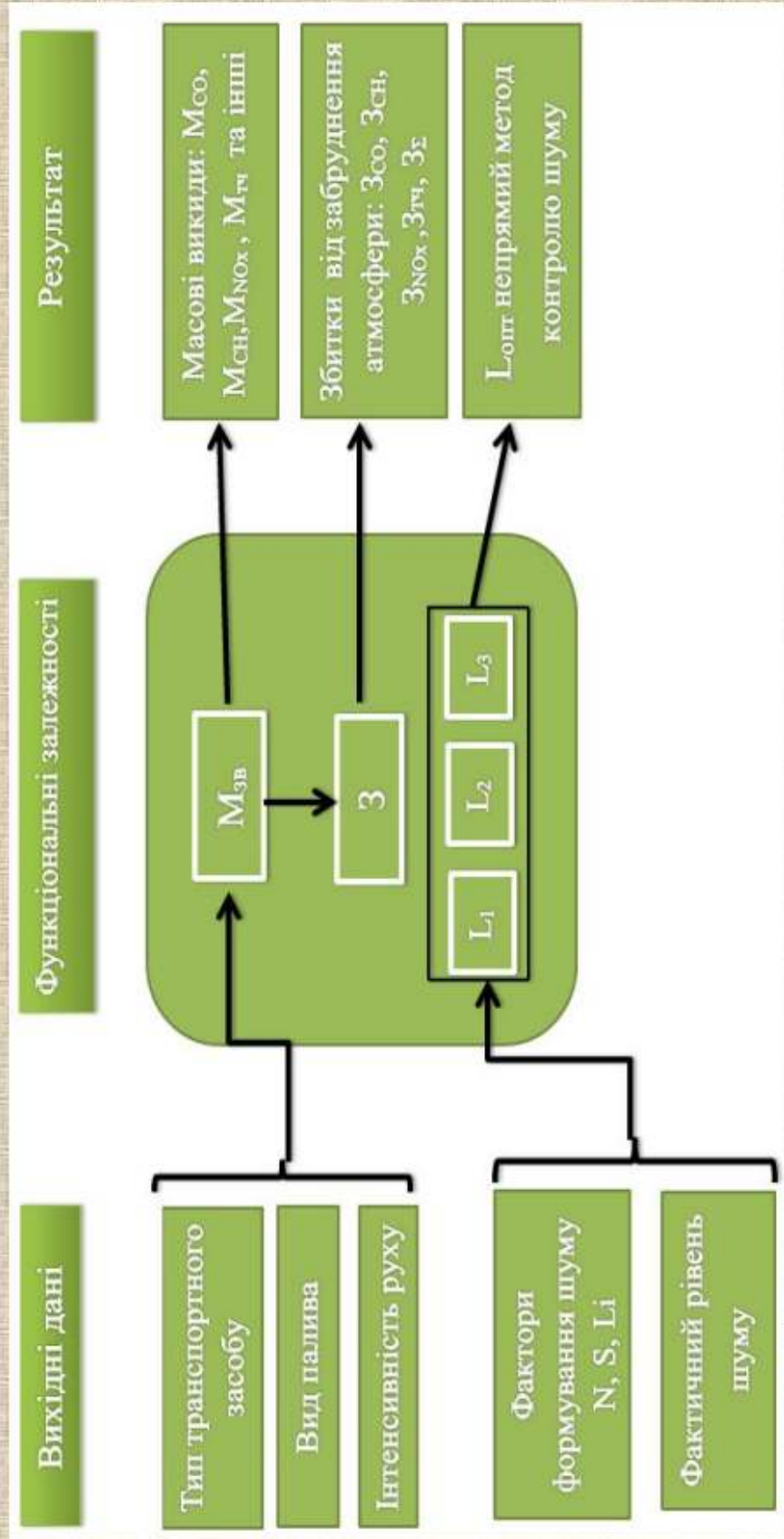
**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЙ НЕПРЯМОГО
КОНТРОЛЮ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ МІСЬКОГО АВТОТРАНСПОРТУ
НА ДОВКІЛЛЯ**

(назва магістерської кваліфікаційної роботи)

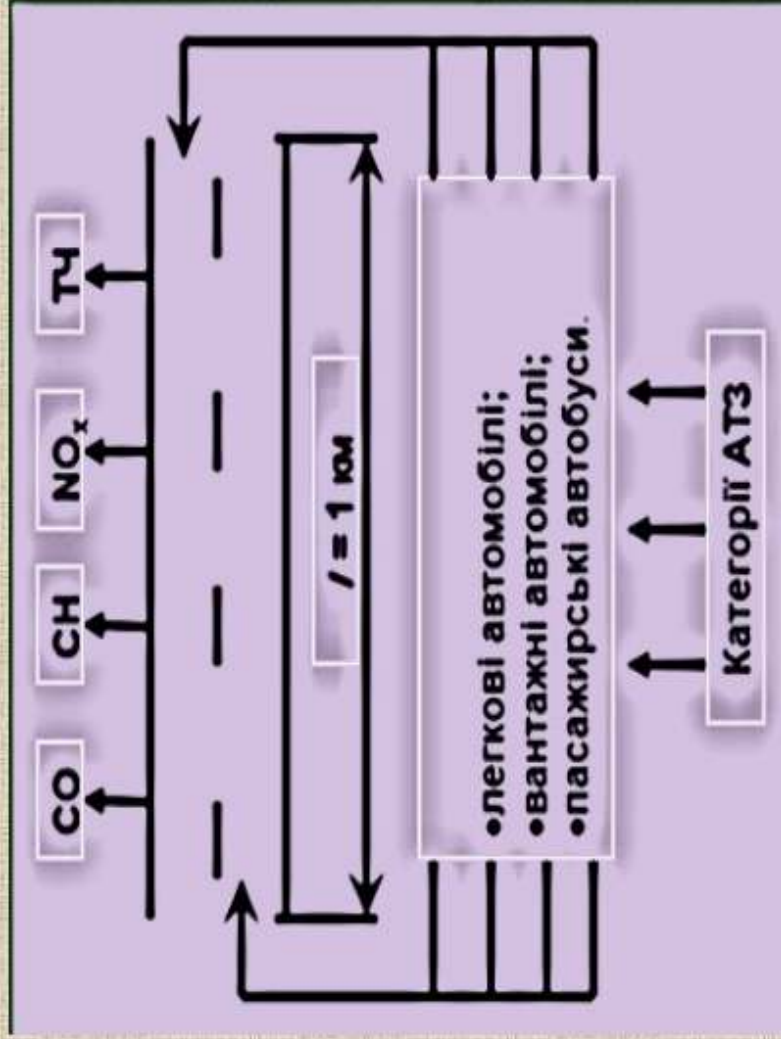
АНАЛІЗ ФАКТОРІВ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ МІСЬКОГО АВТОТРАНСПОРТУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ



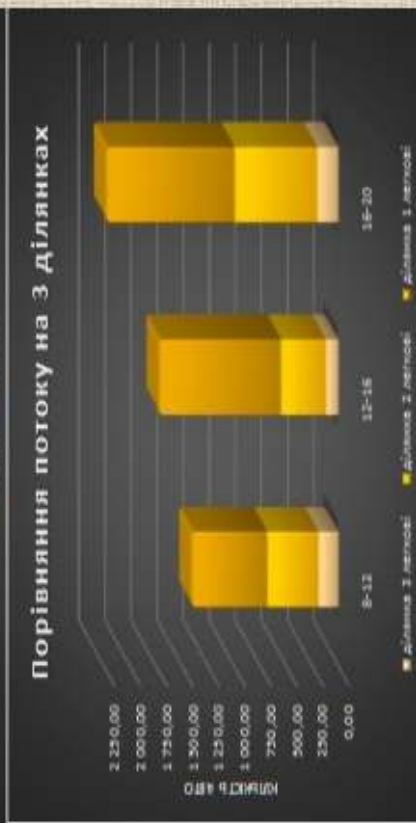
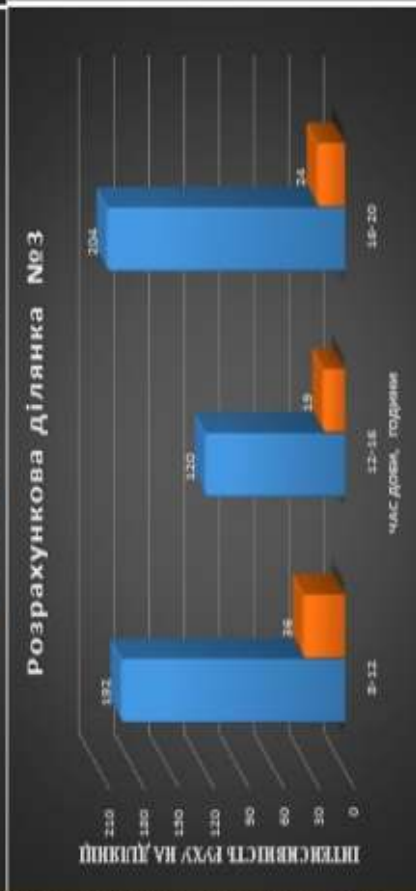
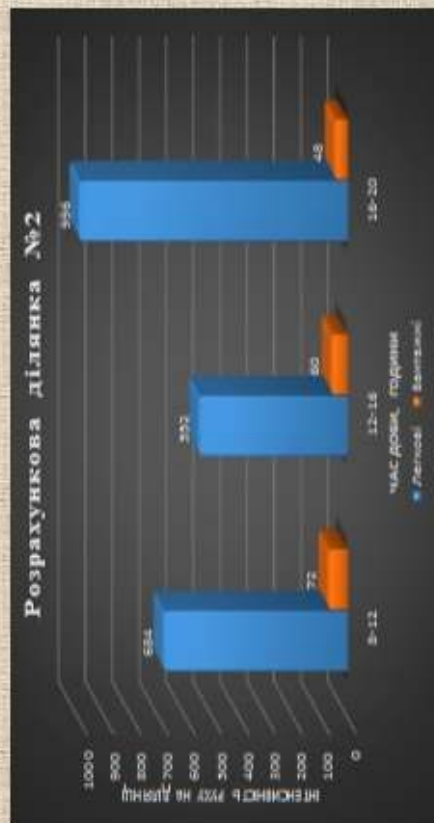
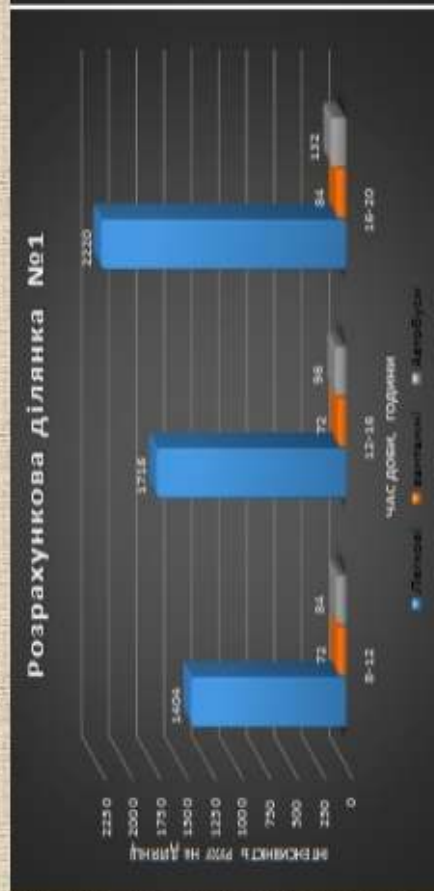
МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ АВТОТРАНСПОРТУ НА ДОВКІЛЛЯ



МЕТОДИКА НЕПРЯМОГО ОЦІНЮВАННЯ РІВНІВ ВИКИДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН ТРАНСПОРТНИМИ ПОТОКАМИ



РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ІНТЕНСИВНОСТІ РУХУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ НА РОЗРАХУНКОВИХ ДІЛЯНКАХ



РЕЗУЛЬТАТИ НЕПРЯМОЇ ОЦІНКИ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ ТРАНСПОРТНИМИ ПОТОКАМИ

