

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна  
Навчально-науковий інститут екології  
Кафедра екології та неоекології

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавра

на тему

### ВПЛИВ ВИКИДІВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ НА ЯКІСТЬ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСТА

Виконала: студентка 5 курсу, групи ЗДЕ-53  
Напрямок підготовки: 6.040106 «Екологія, охорона  
навколишнього середовища та збалансоване  
природокористування»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

\_\_\_\_\_ / Борова С. Д./  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник \_\_\_\_\_ / доц. Карпов В. Г./  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_/  
(підпис) (прізвище та ініціали)

*«До захисту допущено»*

В. о. зав. кафедри \_\_\_\_\_ / проф. Медведєв В. В./  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтролер \_\_\_\_\_ / Шаповалова В. О./  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Секретар ЕК \_\_\_\_\_ /Савіцька Р.О./  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Харків – 2020 року

# МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Інститут: Навчально-науковий інститут екології

Кафедра: Екології та неоекології

Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр

Напрямок підготовки: 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування»

## ЗАТВЕРДЖУЮ

В. о. завідувача кафедри

проф. Медведєв В. В.

(підпис )

(прізвище та ініціали )

« 28 » травня 2019 року

## З А В Д А Н Н Я

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Борової Софії Дмитрівни

(прізвище, ім'я, по батькові студента)

1. Тема роботи «Вплив викидів автомобільного транспорту на якість атмосферного повітря міста»

керівник роботи : Карпов В .Г., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «25» травня 2020 р. № 0210-07/112-1

2. Строк подання студентом роботи: 27 травня 2020 року

3. Перелік питань, які потрібно розробити:

1. аналіз і загальна характеристика впливу викидів автомобільного транспорту на екологічний стан атмосферного повітря міст;
2. аналіз природних, соціально-економічних умов території дослідження;
3. аналіз матеріалів щодо сучасного стану атмосферного повітря міста;

4. обґрунтування вибору методики для потреб дослідження забруднення атмосферного повітря міста;
5. проведення експериментальних (польових) досліджень стану атмосферного повітря у визначених точках;
6. аналіз розповсюдження забруднюючих речовин від викидів автомобільного транспорту згідно результатів відібраних проб атмосферного повітря;
7. формулювання висновків та рекомендацій.

#### 4. План роботи:

| № з/п | Назви етапів роботи                                                                                     |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Огляд літературних джерел стосовно досліджень впливу автотранспорту на стан атмосферного повітря        |
| 2     | Аналіз методики дослідження забруднення атмосферного повітря                                            |
| 3     | Аналіз розповсюдження забруднюючих речовин від викидів автомобільного транспорту на визначених ділянках |
| 4     | Сформулювати висновки та рекомендації згідно проведеного дослідження                                    |

5. Дата видачі завдання : « 28» травня 2019 року

**Студентка**

\_\_\_\_\_ Борова С. Д.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

**Керівник роботи**

\_\_\_\_\_ Карпов В. Г.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## АННОТАЦІЯ

### ВПЛИВ ВИКИДІВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ НА ЯКІСТЬ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСТА

Борова С. Д.

Головною метою кваліфікаційного дослідження є аналіз впливу викидів автомобільного транспорту на якість атмосферного повітря міста Харкова.

**Актуальність дослідження.** Збільшення числа транспортних засобів у м. Харків та області, що експлуатуються тривалий час, призводять до значного забруднення атмосферного повітря. Внаслідок цього в окремих районах міста спостерігається підвищення концентрації забруднюючих атмосферне повітря речовин, про що свідчать дані щорічних спостережень за забрудненням повітряного басейну, що проводяться Харківським регіональним центром з гідрометеорології. Тому тема забруднення повітря викидами автомобільного транспорту наразі є актуальною.

**Завдання,** поставлені у кваліфікаційній роботі, полягають у аналізі сучасного стану атмосферного повітря великих міст; обґрунтуванні вибору методики для потреб дослідження атмосферного забруднення великого міста та оцінці забруднення нижнього шару атмосферного повітря викидами автомобільного транспорту згідно даних концентрацій забруднюючих речовин отриманих експериментально.

#### **Висновки:**

- проаналізовано сучасний екологічний стан атмосферного повітря великих міст України;
- обґрунтовано методику дослідження атмосферного забруднення міста;
- проаналізовано екологічний стан атмосферного повітря від викидів автомобільного транспорту на визначених ділянках згідно даних концентрації забруднюючих речовин;
- сформульовано висновки та розроблені рекомендації згідно проведеного дослідження.

АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ, ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН, ЗАБРУДНЕННЯ,  
АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ, ВИКИДИ

## SUMMARY

### IMPACT OF ROAD TRANSPORT EMISSIONS ON AIR QUALITY OF THE CITY

Borova S. D.

**The main purpose** of the qualification study is environmental assessment of the atmospheric air of the city of Kharkov under the influence of road transport emissions.

**Relevance of research.** An increase in the number of vehicles in Kharkiv and in the long-running region results in significant air pollution. As a result, in some parts of the city there is an increase in the concentration of atmospheric pollutants, as evidenced by the annual observations of air pollution by the Kharkiv Regional Center for Hydrometeorology.

**Therefore,** the topic of air pollution by road transport is currently relevant. The tasks set out in the qualification work are to analyze the current state of the atmospheric air of large cities of Ukraine; substantiation of the choice of methodology for the needs of investigation of atmospheric pollution of a large city and estimation of pollution of the lower layer of atmospheric air by emissions of motor transport according to the data of concentrations of pollutants obtained experimentally.

#### **Conclusions:**

- the current ecological state of the atmospheric air of large cities of Ukraine is analyzed;
- the methodology of investigation of atmospheric pollution of a big city is substantiated;
- the ecological state of the atmospheric air from the emissions of road transport in certain areas has been analyzed according to the pollutant concentration data;
- the conclusions are formulated and recommendations made according to the conducted research.

ATMOSPHERIC AIR, ENVIRONMENTAL STATE, POLLUTION, CAR  
TRANSPORT, EMISSIONS

## АННОТАЦИЯ

### ВЛИЯНИЕ ВЫБРОСОВ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА НА КАЧЕСТВО АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ГОРОДА

Боровая С. Д.

**Главной целью** квалификационного исследования является анализ влияния выбросов автомобильного транспорта на качество атмосферного воздуха города Харькова.

**Актуальность исследования.** Увеличение числа транспортных средств в г. Харьков и области, эксплуатируемых длительное время, приводят к значительному загрязнению атмосферного воздуха.

В результате в отдельных районах города наблюдается повышение концентрации загрязняющих атмосферный воздух веществ, о чем свидетельствуют данные ежегодных наблюдений за загрязнением воздушного бассейна, проводимых Харьковским региональным центром по гидрометеорологии. Поэтому тема загрязнения воздуха выбросами автомобильного транспорта в настоящее время является актуальной.

**Задачи,** поставленные в квалификационной работе заключаются в анализе современного состояния атмосферного воздуха крупных городов Украины; обосновании выбора методики для нужд исследования атмосферного загрязнения большого города и оценке загрязнения нижнего слоя атмосферного воздуха выбросами автомобильного транспорта по данным концентраций загрязняющих веществ полученных экспериментально.

#### **Выводы:**

- проанализированы современное экологическое состояние атмосферного воздуха крупных городов Украины;
- обоснована методика исследования атмосферного загрязнения большого города

– проанализированы экологическое состояние атмосферного воздуха от выбросов автомобильного транспорта на определенных участках по данным концентрации загрязняющих веществ;

– сформулированы выводы и разработаны рекомендации по проведенного исследования.

АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ, ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ,  
ЗАГРЯЗНЕНИЯ, АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ, ВЫБРОСЫ

## ЗМІСТ

|                                                                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП .....                                                                                                                            | 9  |
| РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....                                                                                             | 11 |
| 1.1 Аналіз і загальна характеристика впливу викидів<br>автомобільного транспорту на екологічний стан<br>атмосферного повітря міст..... | 11 |
| 1.2 Фактори, що формують сучасний стан атмосферного<br>повітря міста Харків .....                                                      | 14 |
| РОЗДІЛ 2 МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ.....                                                                                                     | 21 |
| 2.1 Методи та прилади дослідження забруднення<br>атмосферного повітря.....                                                             | 21 |
| РОЗДІЛ 3 ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА<br>АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЕРИМЕНТУ.....                                                     | 24 |
| 3.1 Проведення експериментальних досліджень та<br>отримання результатів.....                                                           | 24 |
| 3.2 Аналіз отриманих даних та їх оцінка.....                                                                                           | 31 |
| 3.3 Рекомендації щодо використання отриманих даних.....                                                                                | 34 |
| ВИСНОВКИ.....                                                                                                                          | 36 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....                                                                                                        | 38 |

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Автотранспорт – це складний та багаторівневий чинник впливу на атмосферне повітря і значно відрізняється від стаціонарних джерел, вимагає уваги у зоні оцінки рівня шкідливості на здоров'я населення, особливо актуальним є дане питання у межах мегаполісів де однією з першочергових проблем є завантаженість доріг.

Варто зазначити неузгодженість інституційної, урядової та фінансової підтримки законодавчих проєктів, що створює труднощі в ефективній реалізації стратегій та заходів з поліпшення екологічного стану транспортної сфери, агітація до альтернативних палив, створення безпечних умов для проживання людей та захисту нашого здоров'я. Разом з тим, недосконалість інформаційних ресурсів та методичного забезпечення для оцінки експозиції автотранспорту на здоров'я мешканців міста і умови проживання обмежують можливість впровадження дієвих заходів задля мінімізації цього впливу, які мали б виконати роль базису для розробки та втілення програми розвитку транспортної сфери та заходів для покращення здоров'я мешканців.

**Мета дослідження:** аналіз впливу викидів автомобільного транспорту на якість атмосферного повітря міста Харкова.

Відповідно до поставленої мети були визначені наступні **задачі**:

1. аналіз і загальна характеристика впливу викидів автомобільного транспорту на екологічний стан атмосферного повітря міст;
2. аналіз природних, соціально-економічних умов території дослідження;
3. аналіз матеріалів щодо сучасного стану атмосферного повітря міста;
4. обґрунтування вибору методики для потреб дослідження забруднення атмосферного повітря міста;
5. проведення експериментальних (польових) досліджень стану атмосферного повітря у визначених точках;

6. Аналіз розповсюдження забруднюючих речовин від викидів автомобільного транспорту згідно результатів відібраних проб атмосферного повітря та даних Харківського регіонального центру з метеорології

7. Формулювання висновків та рекомендацій.

**Об'єкт дослідження:** екологічний стан атмосферного повітря міста Харків.

**Предмет дослідження:** аналітичні дані щодо поширення забруднюючих речовин в атмосферному повітрі міста Харків.

У якості інформаційної основи та вихідних даних дослідження послуговували дані спостережень Харківського регіонального центру з гідрометеорології щодо забруднення атмосферного повітря міста Харкова за 2018, 2019 та за 2020 роки, літературні джерела та електронні ресурси.

## РОЗДІЛ 1

### АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

#### 1.1 Аналіз і загальна характеристика впливу викидів автомобільного транспорту на екологічний стан атмосферного повітря міст

Проблема негативного впливу транспорту на довкілля і здоров'я людини посідає важливе місце в сучасній екологічній політиці всіх рівнів. Так, на автомобільний транспорт припадає близько 70 % хімічного і 90 % шумового забруднення (особливо в містах). Попри значну кількість досліджень ця тема є актуальною і своєчасною. Проблему забруднення атмосферного повітря досліджували такі науковці: Берлянд М. Е., Стольберг Ф. В., Тищенко Н. Ф. та інші [5].

Постійне зростання кількості автомобільного транспорту спонукає до необхідності вирішення проблем забруднення довкілля. Цього можна добитись, спрямувавши зусилля на розробку новітніх технологій оцінки шкідливого впливу автотранспорту; моделей оптимізації перевезень; зміни державної політики в області регулювання та контролю діяльності перевізників, що стимулюють проведення природоохоронних заходів.

Огляд і аналіз інформаційних джерел [1-9] з проблем екологізації автотранспортного комплексу дозволяє зробити наступні висновки:

- автомобільний транспорт є основним забруднювачем територій міст і міських агломерацій і, зокрема, окремих локальних територій;
- недостатньо досліджені проблеми оцінки ступеня впливу транспорту на навколишнє середовище. Підходи, що існують, в основному унікальні за критерієм застосування;
- не досліджено взаємодію автомобілів у транспортному потоці і зміну кількості викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря;
- недостатньо досліджена проблема застосування критеріїв мінімізації шкідливого впливу при оптимізації перевезень;

- законодавча база, в галузі охорони навколишнього середовища при функціонуванні транспортного комплексу, недостатньо оптимізована;
- відсутня система економічного регулювання та контролю дії автоперевізників, спрямованої на зменшення впливу викидів на якість атмосферного повітря;
- методичне забезпечення для вибору оптимального маршруту руху направлено на зменшення витрат у процесі перевезення вантажів та пасажирів, однак не представлена адекватна економічна оцінка ступеня забруднення атмосферного повітря при перевезеннях [5].

Аналіз даних забрудненості показує збільшення обсягу викидів кожного року. Це зумовлено збільшенням кількості автомобілів, як приватної власності так і автомобілів, що є власністю підприємств [4].

В найбільшій мірі забруднення навколишнього середовища відбувається відпрацьованими газами через вихлопну систему автомобіля і у меншій мірі картерними газами через вентиляційну систему картера двигуна, випаровуванням бензину при заправці та при експлуатації. Відсотковий склад наведено у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Відсотковий склад основних шкідливих викидів [4]

| Шкідливі речовини / склад | CO  | C <sub>x</sub> H <sub>y</sub> | NO <sub>x</sub> |
|---------------------------|-----|-------------------------------|-----------------|
| Відпрацьовані гази        | 100 | 55                            | 100             |
| Картерні гази             | -   | 25                            | -               |
| Випаровування палива      | -   | 20                            | -               |

Серед основних хімічних забруднюючих речовин ГДК, яких наведено у таблиці 1.2, також присутні Пил НЗДС, PM<sub>10</sub>PM<sub>2.5</sub>PM<sub>1</sub>.

Таблиця 1.2

Граничний вміст основних шкідливих речовин у відпрацьованих газах бензинових і дизельних двигунів [9]

| Назва речовини                                                 | Бензинові | Дизелі |
|----------------------------------------------------------------|-----------|--------|
| Оксид вуглецю (CO), мг/м <sup>3</sup>                          | 10        | 0.3    |
| Вуглеводні (C <sub>x</sub> H <sub>y</sub> ), мг/м <sup>3</sup> | 2         | 0.5    |
| Оксиди азоту (NO <sub>x</sub> ), мг/м <sup>3</sup>             | 0.6       | 0.2    |
| Альдегіди (RCHO), мг/м <sup>3</sup>                            | 0.2       | 0.05   |
| Двоокис сірки (SO <sub>2</sub> ), мг/м <sup>3</sup>            | 0.003     | 0.015  |
| Сажа, мг/м <sup>3</sup>                                        | 100       | 2000   |
| Сполуки свинцю, мг/м <sup>3</sup>                              | 60        | 0      |
| Канцерогени (бенз(а)пірен), мг/м <sup>3</sup>                  | 25        | 10     |

Окрім відпрацьованих газів автомобільний транспорт забруднює приземний шар атмосферного повітря речовинами, що потрапляють до атмосфери через зношення автомобільних шин, фрикційних матеріалів, що наявні у гальмівних механізмах та асфальтного покриття. Зношування асфальтного також є причиною забруднення атмосферного повітря. Асфальтне покриття зношується за рахунок стирання верхнього шару покриття при контакті шини з асфальтом завдяки вибиванню частинок асфальту [14].

У процесі руху автомобільних транспортних засобів в атмосферу виділяються продукти зношування, що формуються у найбільшій мірі через стирання деталей між собою. Основними джерелами даного виду забруднення є: гальмівні колодки, шини, деталі двигуна і трансмісії.

Інтенсивність рівня забрудненості та його характер залежить від таких факторів:

- вік автомобіля та його технічний стан;
- категорія транспорту;
- паливе яке використовується;
- тип двигуна;
- вміст токсинів у відпрацьованих газах;
- транспортна інфраструктура;

- схема руху автомобілів;
- клімат та метеорологічні умови.

Встановлено, що автотранспорт як один з чинників забруднення повітря, має індивідуальну специфіку в порівнянні з іншими забруднювачами, яка полягає у [8]:

- близькому розташуванню до житлових районів;
- у високій шкідливості викидів в порівнянні зі стаціонарними джерелами;
- невинному збільшенню кількості автомобілів;
- просторовій розповсюдженості;
- неможливості створення індивідуального захисту людей від токсичного впливу;
- низькому розташуванню джерел забруднення від поверхні землі, через що токсини накопичуються у зоні перебування людини та погано розсіюються вітровими потоками порівняно зі стаціонарними джерелами;

Повітряний потік, що взаємодіє з нерівною підстилаючою поверхнею, носить не стаціонарний характер, що проявляється в поперемінному посиленні і ослабленні циркуляції повітря навколо будівель. Тому в кожній точці, на кожній території хід концентрацій окремих інгредієнтів і загального рівня забрудненості має деяку специфіку [14].

## 1.2 Фактори, що формують сучасний стан атмосферного повітря міста Харків

На сьогоднішній день екологічний стан міста Харкова характеризується як стабільно напружений, хоча спад виробництва і виконання ряду першочергових заходів організаційного та технічного характеру частково стримують наростання негативних процесів деградації навколишнього природного середовища [1].

Відповідно до метеорологічного районування місто віднесено до територій з можливо високим потенціалом забруднення атмосферного повітря. За відомостями обласного центру з гідрометеорології в місті було 208 днів з приземними інверсіями, під час яких погіршується вертикальний повітрообмін та розсіювання забруднюючих речовин, що призводить до збільшення їх концентрацій [2].

За даними Головного управління статистики у Харківській області загальна кількість викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря становила 319,386 тис. т. При згоранні в автомобільному двигуні 1 тони палива в атмосферу викидається від 150 до 800 кг шкідливих речовин. Автомобілі викидають у повітря велику кількість відпрацьованих вихлопних газів, що складаються більш ніж з 200 різних речовин.

Багато з них є сильні отрути: окис вуглецю, окисли азоту, сполуки свинцю, ароматичні альдегіди, а також канцерогенні вуглеводні, наприклад, бенз(а)пірени, що мають дуже високу активність і токсичність.

В 1 кубометрі вихлопних газів міститься біля 0,5 мг бенз(а)пірену. Особливо небезпечна «шкідлива зона» в радіусі 2-3 м від вихлопної труби автомобіля. Кількість окису вуглецю в цій зоні в десятки разів перевищує гранично допустимі цифри. Однак радіус розповсюдження вихлопних газів сягає 20-30 м, тому їх шкідливі компоненти насичують повітря далеко від дороги, в тому числі повітря парків і скверів. Вихлопні гази піднімаються на висоту до 15 м та потрапляють до квартир навіть верхніх поверхів.

Циркуляція атмосфери є одним з основних кліматоутворюючих факторів. Перенос і трансформація повітряних мас разом з радіаційними і місцевими умовами формують особливості річного та добового ходу основних метеорологічних величин [4].

Особливості атмосферної циркуляції в Харкові в холодний період року обумовлюють перевагу (30-40 %) східного і південно-східного напрямку вітру.

Місто впливає на формування режиму вітру. Наявність у місті поверхонь з підвищеною шорсткістю (високих будинків, парків, скверів, бульварів) призводить до постійного виникнення місцевих посилень і послаблень вітру. Швидкість вітру в місті майже в півтори рази менша, ніж за містом і становить у середньому 1-5 м/сек.

Менша за норму, особливо в літній період, кількість опадів, знижена швидкість вітрів сприяють підвищеному вмісту пилу в атмосферному повітрі і зменшенню природної сонячної радіації.

Основна причина забруднення повітря полягає в неповному та нерівномірному згорянні палива. На рух автомобіля витрачається всього 15 % палива, а 85 % – викиди в «нікуди». До того ж камера згоряння автомобільного двигуна – це своєрідний хімічний реактор, який синтезує отруйні речовини і викидає їх в атмосферу. Найсильніші фактори негативного впливу автотранспорту на людину і навколишнє середовище такі:

- забруднення повітря;
- забруднення навколишнього середовища;
- шум;
- вібрація;
- виділення тепла (розсіювання енергії) [1].

Джерелами забруднення повітряного басейну під час експлуатації автотранспорту є двигуни внутрішнього згоряння, які викидають в атмосферу відпрацьовані гази та паливні випаровування. У відпрацьованих газах виявлено близько 280 компонентів продуктів повного та неповного згоряння нафтових палив, а також неорганічні сполуки тих чи інших речовин, які є в паливі.

Рухаючись зі швидкістю 80-90 км/год у середньому, автомобіль перетворює у вуглекислоту стільки ж кисню, скільки 300-350 осіб. Річний вихлоп одного автомобіля – це 800 кг небезпечного оксиду вуглецю, 40 кг оксидів азоту і більше 200 кг різних вуглеводнів. Через високу токсичність

допустима концентрація оксиду вуглецю в атмосферному повітрі не повинна перевищувати  $1 \text{ мг/м}^3$ . Вуглеводні утворюються в разі неповного згоряння палива. Автотранспорт відповідає приблизно за 39 % викидів вуглеводнів в індустриально розвинених країнах. Бензинові двигуни викидають вуглеводнів більше, ніж аналогічні дизельні двигуни.

Один із найбільш небезпечних вуглеводнів – бенз(а)пірен – природний компонент сирової нафти. Високі концентрації бенз(а)пірену можуть бути виявлені на міських магістралях, а також поблизу заправних станцій.

Автомобілі – основне джерело чадного газу CO. Це один із найбільш токсичних сполук, що негативно впливають на здоров'я людей. Крім того, в атмосферу виділяються оксиди азоту NO і  $\text{N}_2\text{O}$ . Двоокис азоту негативно впливає і на людину, і на рослини.

У верхніх шарах атмосфери озон – природний компонент (озоновий шар) – захищає землю від небезпечного космічного випромінювання. У нижніх шарах озон є забруднювачем, шкодить здоров'ю людей, природі, природним та штучним будівельним матеріалам [16].

Формування приземного озону – непрямий наслідок забруднення, яке викликає автотранспорт. Він утворюється в результаті фотохімічних реакцій, в яких беруть участь оксиди азоту та вуглеводні.

Склад відпрацьованих газів залежить від виду та якості застосованого палива, присадок та мастил, режимів роботи двигуна, його технічного стану, умов руху автомобіля та інших факторів. Як видно з таблиці 1.1, викиди основних забруднюючих речовин значно нижчі в дизельних двигунах. Токсичність відпрацьованих газів карбюраторних двигунів обумовлюється насамперед вмістом оксиду вуглецю та оксидів азоту, а в дизельних двигунах – оксидів азоту та сажі [1, 12].

Основними центрами накопичення шкідливих речовин відпрацьованих автомобільних газів є густонаселені райони та міста з великим автопарком. Над великими містами атмосфера містить у 10 разів більше аерозолів і у 25 разів більше газів. При цьому 60-70 % газового забруднення припадає на

автотранспорт. Більш активна конденсація вологи призводить до збільшення опадів на 5-10 %. Самоочищенню атмосфери перешкоджає зниження на 10-20 % сонячної радіації та швидкості вітру. У разі малої рухливості повітря теплові аномалії над містом охоплюють шари атмосфери у 250-400 м, а контрасти температури можуть досягати 5-6 °С. З ними пов'язані температурні інверсії, що призводять до підвищеного забруднення, туманів та загазованості [11, 15].

Критерієм екологічної безпеки при забрудненні атмосферного повітря викидами СО від автотранспорту є:

1. при концентрації СО до 3 мг/м<sup>3</sup> – відмінно або екологічно безпечно;
2. при СО від 3 до 5 мг/м<sup>3</sup> – добре або екологічно слабо небезпечно;
3. при СО від 5 до 20 мг/м<sup>3</sup> задовільно або «екологічно помірно небезпечно»;
4. при СО від 20 мг/м<sup>3</sup> та вище незадовільно або екологічно небезпечно.

За даними Статистичного збірника у 2018 році обсяги викидів у м. Харків у 2018 році становили:

- усього 4800,2 т;
- діоксиду сірки 179,2 т;
- діоксиду азоту 1242,3 т;
- метану 160,8 т;
- оксиду вуглецю 1601,3 т;
- оксиди азоту 13,6 т;
- тверді суспендовані частинки 511,5 т;
- неметанові леткі органічні сполуки 1003,0 т;
- діоксид вуглецю 1573,3 т.

Щільність викидів у розрахунку на 1км<sup>2</sup> склала 13714,7 кг (3,17 т), а обсяги викидів у розрахунку на одну особу – 3,3 кг.

У тому числі викиди автотранспортної галузі зросли та становили у 2018 році 3634,8 т порівняно з 2017 роком; крім того викиди від автотранспортної галузі діоксиду вуглецю становили 196,2 тис. т.

За даними Статистичного збірника у 2018 році у Харківській області у період з 2016 по 2018 рік загальна маса викидів в атмосферу зменшилась (табл. 1.3).

Таблиця 1.3

## Концентрація забруднюючих речовин у викидах автотранспорту

| Рік                                | 2016 тис. т | 2017 тис. т | 2018 тис.т |
|------------------------------------|-------------|-------------|------------|
| Викиди забруднюючих речовин з них: | 100,2       | 45,0        | 44,7       |
| діоксид сірки                      | 47,0        | 11,3        | 9,3        |
| діоксид азоту                      | 12,2        | 7,8         | 6,8        |
| оксид азоту                        | 0,1         | 0,1         | 0,1        |
| оксид вуглецю                      | 8,0         | 9,1         | 8,7        |
| метан                              | 5,7         | 6,1         | 6,1        |
| неметанові леткі органічні сполуки | 3,2         | 5,3         | 2,8        |
| тверді суспендовані частинки       | 23,4        | 6,5         | 10,6       |
| аміак                              | 0,2         | 0,3         | 0,2        |
| Крім того, викиди діоксиду вуглецю | 7199,1      | 5765,5      | 7281,4     |

Концентрації забруднюючих речовин у 2018 році за даними Харківського регіонального центру з гідрометеорології (табл. 1.4)

Таблиця 1.4

## Вміст забруднюючих речовин в атмосферному повітрі міст

| Назва забруднюючої речовини | Середньорічний вміст, мг/м <sup>3</sup> | Середньодобові ГДК, мг/м <sup>3</sup> | Максимальні разові ГДК, мг/м <sup>3</sup> | Максимальний вміст, мг/м <sup>3</sup> |
|-----------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------|
| Пил                         | 0,09                                    | 0,15                                  | 0,5                                       | <b>1,6</b>                            |
| Діоксид сірки               | 0,007                                   | 0,05                                  | 0,50                                      | 0,029                                 |
| Сульфати                    | 0,00                                    | -                                     | -                                         | 0,01                                  |
| Оксид вуглецю               | 2,8                                     | 3,0                                   | 5,0                                       | <b>12,0</b>                           |
| Діоксид азоту               | 0,02                                    | 0,04                                  | 0,2                                       | 0,12                                  |
| Оксид азоту                 | 0,02                                    | 0,06                                  | 0,40                                      | 0,05                                  |
| Сірководень                 | 0,001                                   | -                                     | 0,008                                     | 0,003                                 |
| Фенол                       | 0,001                                   | 0,003                                 | 0,010                                     | 0,006                                 |
| Сажа                        | 0,03                                    | 0,05                                  | 0,15                                      | <b>0,30</b>                           |
| Аміак                       | 0,00                                    | 0,04                                  | 0,20                                      | 0,04                                  |
| Формальдегід                | 0,002                                   | 0,003                                 | 0,035                                     | 0,017                                 |

Згідно з таблиці у порівнянні з ГДК є перевищення максимально разових концентрацій пилу, оксиду вуглецю та сажі в атмосферному повітрі м. Харків.

## РОЗДІЛ 2

### МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

#### 2.1. Методи та прилади дослідження забруднення атмосферного повітря

Оцінка впливу забруднення навколишнього середовища житлових масивів Харкова, що обумовлене викидами автомобільних транспортних засобів, території прилеглої до автомагістралей, на даному етапі є суттєвим та актуальним питанням [10].

Отримання інформації про забруднення придорожного середовища викидами автотранспорту в атмосферне повітря можливе двома шляхи:

- експериментальними вимірами параметрів, що характеризують якість повітря поблизу об'єктів транспортної інфраструктури;
- розрахунком викидів забруднюючих речовин в атмосферу пересувними джерелами (для міст і міських регіонів, окремих магістралей і транспортних об'єктів).

Для вирішення задач прогнозування забруднення атмосфери транспортними потоками, найбільш перспективним є використання розрахункових методів. Для розрахунків концентрацій використовуються методики, рекомендовані МАГАТЕ, в яких за основу взято емпіричну модель Пасквілла - Гіффорда, яка використовується для відстаней до 10 км [10]. В основі моделі – представлення концентрації домішок, що викидаються безперервним джерелом в атмосферу з гаусовим розподілом по вертикалі та в поперечному до вітру напрямі. Можливі атмосферні метеорологічні умови діляться на 6 класів стійкості, розподіл швидкості вітру вважається функцією від висоти.

Основним базисом моделі є узагальнені багаточисельні експериментальні дані. В нашій країні поширені моделі на основі теорії турбулентної дифузії домішок в атмосферному повітрі [3, 4, 11, 12].

При визначенні рівня забруднення придорожного середовища транспортним потоком необхідно враховувати ряд особливостей:

- вузьку лінійну локалізацію викидів вздовж доріг;
- неоднорідність щільності і складу транспортного потоку в часі, що залежить від пори року, дня тижня, часу доби;
- значну просторову мінливість характеристик потоку, що визначається ступенем віддаленості від великих населених пунктів, характером покриття доріг;
- приземне розташування джерел, що сповільнює розсіювання викидів [15].

Для оцінки вмісту забруднюючих речовин в атмосферному повітрі використовується газоаналітичні прилади типу УГ-2 та ОКСІ-5 М (рис. 2.1 - 2.2) – переносні автоматичні мікропроцесорні прилади безперервної дії. Такі прилади призначені для еколого-теплотехнічних вимірювань об'ємної концентрації кисню  $O_2$ ,  $CO$ ,  $NO$ ,  $NO_2$  і  $SO_2$  в димових газах і в повітрі, температури димових газів ( $T$ ) а також отримання розрахунковим шляхом концентрації діоксиду вуглецю ( $CO_2$ ). Прилад має буквену і цифрову індикацію величини вимірюваних параметрів на рідкокристалічній індикаторі (РКІ), з можливістю запам'ятовування до 250 результатів вимірювань. Зв'язок з комп'ютером по RS 232, програмне забезпечення.



Рис. 2.1 – Газоаналітичний прилад типу ОКСІ-5 М



Рис.2.2 – Газоаналітичний прилад типу УГ-2

При виконанні зазначеної роботи було використано наступні методи дослідження:

- моніторинг та спостереження – було оцінено якісний і кількісний склад автотранспортного потоку методом прямого підрахунку, зафіксовано транспортну ситуацію на автомагістралі;
- статистичні методи – включають в себе обробку та аналізування даних, щодо стану об'єктів дослідження.

У багатьох випадках дослідження увага приділена аналізу просторового розподілу концентрацій окремих домішок. Однак, для отримання повної картини стану атмосферного повітря, яка у майбутньому може бути застосована для планування розвитку міста, доцільно реалізувати районування територій з виділенням зон, що характеризуються найбільшим рівнем техногенного навантаження та водночас максимальною щільністю населення.

Дослідження даного типу не можливо реалізувати без застосування сучасних інформаційних технологій, що базуються на створенні відповідних банків даних та сучасних систем управління просторово-орієнтованою інформацією [3].

## РОЗДІЛ 3

### ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЕРИМЕНТУ

#### 3.1. Проведення експериментальних досліджень та отримання результатів

Забруднення атмосфери викидами автотранспорту посідає друге місце після енергетики за рахунок постійного збільшення кількості автотранспорту. Загальні викиди токсичних речовин залежать від потужності і типу двигуна, режиму його роботи, технічного стану автомобіля, швидкості руху, стану дороги, якості палива.

Високі рівні забруднення атмосферного повітря Харкова за рахунок пересувних джерел пояснюється, головним чином, експлуатацією технічно застарілого автомобільного парку, незадовільним станом доріг, невідпрацьованими режимами швидкості дорожнього руху, особливо в центрі міста.

За даними спостережень Харківського регіонального центру з гідрометеорології [13] найбільш забрудненим у вересні 2019 року виявився район пр. Героїв Сталінграду (ПСЗ № 18) з індексом забруднення атмосфери 5,87. У серпні 2019 цей показник склав 5,22.

У квітні 2020 року на стаціонарному пункті спостереження м. Харків: ПСЗ № 18 на проспекті Героїв Сталінграду визначено наступні концентрації забруднюючих речовин (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Дані моніторингу атмосферного повітря згідно даних посту спостережень за забрудненням атмосферного повітря (ПЗС) №18

| Дата       | Строк відбору | Пил  | Діоксид сірки | Оксид вуглецю | Діоксид азоту |
|------------|---------------|------|---------------|---------------|---------------|
| 1          | 2             | 3    | 4             | 5             | 6             |
| 16.04.2020 | 7             | 0,13 | 0,007         | 0,7           | 0,01          |
| 16.04.2020 | 13            |      | 0,006         |               | 0,02          |
| 16.04.2020 | 19            | 0,16 | 0,010         | 1,2           | 0,03          |

Продовження таблиці 3.1

| 1                        | 2  | 3           | 4     | 5    | 6    |
|--------------------------|----|-------------|-------|------|------|
| Середньо добове значення |    | <b>0,15</b> | 0,007 | 0,95 | 0,02 |
| 17.04.2020               | 7  | 0,11        | 0,008 | 1,0  | 0,02 |
| 17.04.2020               | 13 |             | 0,005 |      | 0,02 |
| 17.04.2020               | 19 | 0,18        | 0,011 | 1,1  | 0,03 |
| Середньо добове значення |    | <b>0,15</b> | 0,008 | 1,05 | 0,02 |
| 18.04.2020               | 7  | 0,10        | 0,007 | 1,9  | 0,01 |
| 18.04.2020               | 13 |             | 0,010 |      | 0,03 |
| 18.04.2020               | 19 | 0,17        | 0,008 | 1,0  | 0,04 |
| Середньо добове значення |    | 0,14        | 0,04  | 1,45 | 0,03 |

Результати поста спостереження № 18 було порівняно зі значеннями гранично допустимих концентрацій середньо добових та максимально разових в атмосферному повітрі населених місць [16] (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

### Гранично допустимі концентрації (ГДК)

забруднювальних речовин в атмосферному повітрі населених місць

| № з/п | Найменування речовини  | Величина максимально разової ГДК <sub>м.р.</sub> , мг/м <sup>3</sup> | Величина середньодобової ГДК <sub>с.д.</sub> , мг/м <sup>3</sup> | Клас небезпеки речовини |
|-------|------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1     | Пил (завислі речовини) | 0,5                                                                  | 0,15                                                             | 3                       |
| 2     | Діоксид сірки          | 0,5                                                                  | 0,05                                                             | 3                       |
| 3     | Оксид вуглецю          | 5,0                                                                  | 3,0                                                              | 4                       |
| 4     | Діоксид азоту          | 0,20                                                                 | 0,04                                                             | 3                       |

Згідно з отриманими даними до рівня середньодобова концентрація пилу дорівнює значенню гранично допустимої середньодобової концентрації. За іншими речовина перевищень не спостерігається.

За відкритими даними порталу SaveEcoBot [14] у той же період квітня 2020 року спостерігались такі значення показників твердих часток у повітрі (рис. 3.1) на стаціонарному пості по провулку Аптекарьському 9, який є найближчим до досліджуваної ділянки.



Рис. 3.1 – Показники твердих часток у повітрі

Оскільки дані порталу є лише за концентрацією зважених твердих частинок РМ 1.0, 2.5 та 10. Як видно з рисунку 3.8 18 квітня їх концентрація збільшується відповідно і складає у максимальних точках 23мкг/м<sup>3</sup>, 33 мкг/м<sup>3</sup> та 39 мкг/м<sup>3</sup>.

Дані дослідження, щодо концентрації забруднюючих речовин від викидів автомобільного транспорту поблизу автомагістралей і територій, які суміжні з ними, проводились в 2020 році у місті Харків по проспекту Гагаріна.

Точки для проведення досліджень були взяті з урахуванням розгалуженості доріг, інтенсивності транспортного потоку та щільності проживання населення.

Місце розташування та характеристика точок, де проводився відбір проб показана у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

## Характеристика полігонів дослідження

| № точки | Ділянка                                                   | Показник                | Характеристика |
|---------|-----------------------------------------------------------|-------------------------|----------------|
| 1       | Перехрестя пр. Гагаріна та вул. Молочна.                  | Покриття                | Асфальто-бетон |
|         |                                                           | Кількість смуг          | 8              |
|         |                                                           | Відстань до забудови, м | 30-100         |
| 2       | Пр. Гагаріна 43/2 – пішохідний перехід біля клубу Holiday | Покриття                | Асфальто-бетон |
|         |                                                           | Кількість смуг          | 8              |
|         |                                                           | Відстань до забудови, м | 30-100         |
| 3       | Перехрестя пр. Гагаріна та вул. Чугуївська                | Покриття                | Асфальто-бетон |
|         |                                                           | Кількість смуг          | 8              |
|         |                                                           | Відстань до забудови, м | 100-150        |
| 4       | Перехрестя пр. Гагаріна та вул. Зернова                   | Покриття                | Асфальто-бетон |
|         |                                                           | Кількість смуг          | 8              |
|         |                                                           | Відстань до забудови, м | 50-100         |
| 5       | Перехрестя пр. Гагаріна та пр. Героїв Сталінграду         | Покриття                | Асфальто-бетон |
|         |                                                           | Кількість смуг          | 8              |
|         |                                                           | Відстань до забудови, м | 30-100         |

Загальна довжина ділянки проспекту на якій проведено дослідження складає близько 4 км. Вздовж обраної ділянки розташовані, як житлова забудова, так і промислові підприємства, торгівельні точки, складські приміщення.

Кількість смуг складає 8, по 4 у кожному напрямку, покриття вздовж всієї ділянки асфальтобетонне.

На рисунках 3.2-3.6 показано розташування точок відбору проб.



Рис. 3.2 – Схема розташування точок відбору проб повітря

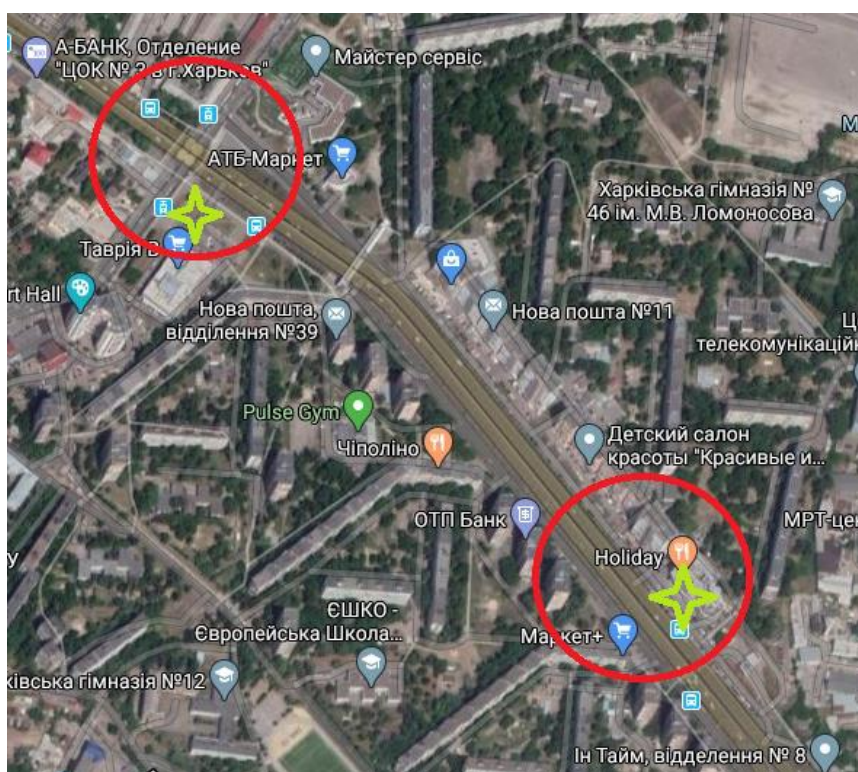


Рис. 3.3 – Точки досліджень № 1 та 2 (супутниковий знімок)

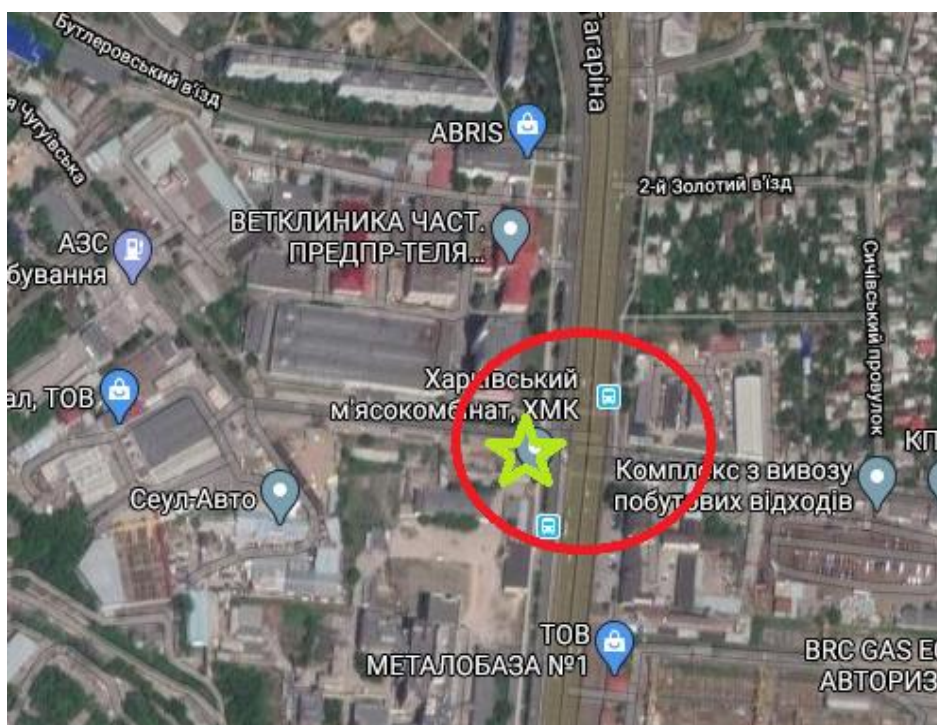


Рис. 3.4 – Точка досліджень № 3 (супутниковий знімок)

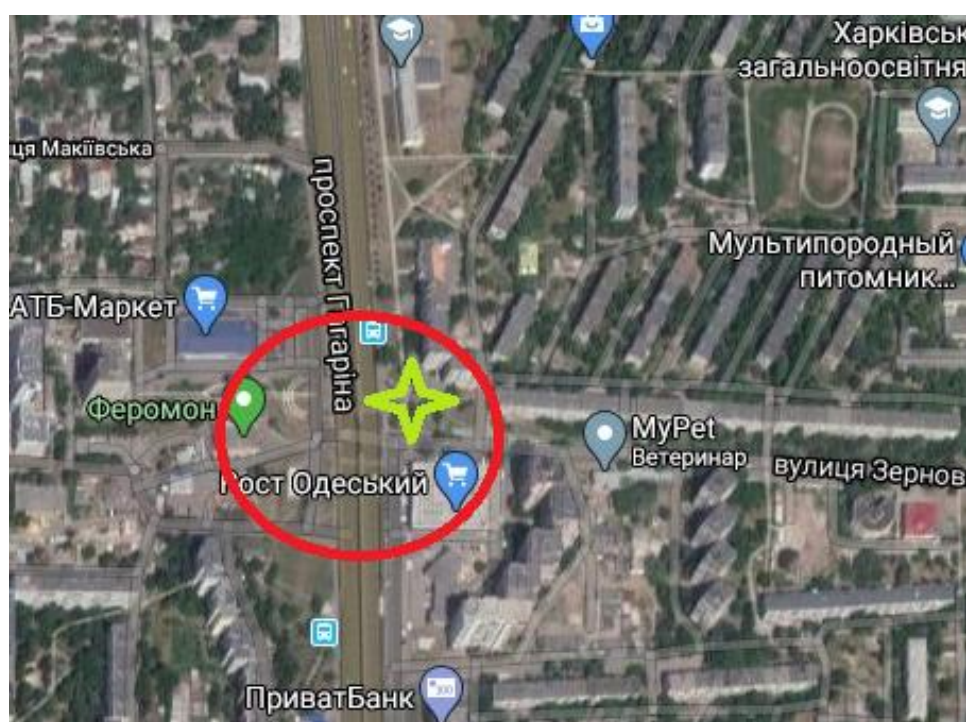


Рис. 3.5 – Точка досліджень № 4(супутниковий знімок)

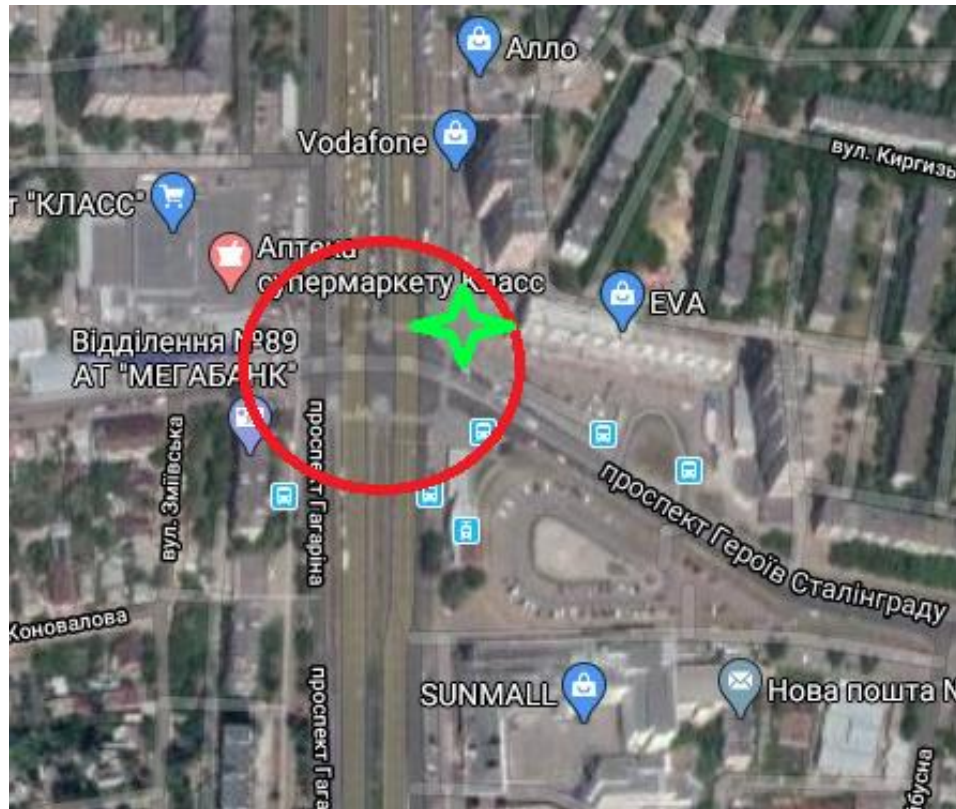


Рис. 3.6 – Точка досліджень № 5 (супутниковий знімок)

Аналіз транспортного потоку показує, що 85 % – це легкові автомобілі вагою до 3,5 т., 8 % – частка пасажирського транспорту на вимірюваних ділянках, а 5 % склали вантажівки з масою більше 3,5 т.

У таблиці 3.4 надано перелік 5 точок дослідження та інтенсивність автотранспорту, яка була зареєстрована у момент забору проб.

Спостереження за інтенсивністю руху проводились у різний час доби в ранкові, денні та вечірні години по 20 хвилин кожного тимчасового інтервалу протягом 3 днів у будні, після чого розраховано середнє арифметичне число проїжджаючих автомобілів у годину через кожену точку дослідження. Загальний підрахунок автотранспортних засобів проводився в період з 8.00 до 9.00; з 13.00 до 14.00 ; з 17.00 до 18.00 години.

Окремо велись підрахунки вантажних, легкових автомобілів та автобусів.

Таблиця 3.4

## Інтенсивність транспортного потоку у точках вимірювання.

| № | Назва точки вимірювання                                    | Тип автотранспорту | Число одиниць за годину |               |               |
|---|------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------|---------------|---------------|
|   |                                                            |                    | 8.00-9.00               | 13.00 – 14.00 | 17.00 – 18.00 |
| 1 | Перехрестя пр. Гагаріна та вул. Молочна                    | Легковий           | 2139                    | 2642          | 2574          |
|   |                                                            | Вантажний          | 54                      | 31            | 55            |
|   |                                                            | Автобуси           | 120                     | 84            | 163           |
| 2 | пр. Гагаріна 43/2<br>Пішохідний перехід біля клубу Holiday | Легковий           | 1963                    | 1500          | 2128          |
|   |                                                            | Вантажний          | 67                      | 25            | 46            |
|   |                                                            | Автобуси           | 112                     | 62            | 159           |
| 3 | Перехрестя пр. Гагаріна та вул. Чугуївська                 | Легковий           | 1567                    | 1487          | 1502          |
|   |                                                            | Вантажний          | 56                      | 62            | 46            |
|   |                                                            | Автобуси           | 62                      | 31            | 76            |
| 4 | Перехрестя пр. Гагаріна та вул. Зернова                    | Легковий           | 2114                    | 2325          | 2102          |
|   |                                                            | Вантажний          | 54                      | 31            | 55            |
|   |                                                            | Автобуси           | 120                     | 84            | 163           |
| 5 | Перехрестя пр. Гагаріна та вул. Героїв Сталінграду.        | Легковий           | 2567                    | 3835          | 3598          |
|   |                                                            | Вантажний          | 240                     | 267           | 176           |
|   |                                                            | Автобуси           | 134                     | 79            | 185           |

Разом з вимірюванням рівня забрудненості приземного шару повітря фіксувалися основні метеорологічні чинники, а саме: відносна вологість, температура, атмосферний тиск. Відносна вологість коливалася у діапазоні від 32 % до 65 % (середнє значення  $48,5 \% \pm 1 \%$ ).

Температура повітря складала 15-18 °С. Атмосферний тиск в межах 745-750 мм рт. ст.

### 3.2. Аналіз отриманих даних та їх оцінка

Аналіз повітря проводився за наступними речовинами: оксид вуглецю, діоксид азоту, діоксид сірки.

Результати аналізу проб повітря надано у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

## Результати аналізу проб атмосферного повітря

| Точка відбору проб                                         | Концентрація CO, мг/м <sup>3</sup> |             |             | Концентрація NO <sub>2</sub> , мг/м <sup>3</sup> |             |             | Концентрація SO <sub>2</sub> , мг/м <sup>3</sup> |             |             |
|------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------|-------------|--------------------------------------------------|-------------|-------------|--------------------------------------------------|-------------|-------------|
|                                                            | 8.00-9.00                          | 13.00-14.00 | 17.00-18.00 | 8.00-9.00                                        | 13.00-14.00 | 17.00-18.00 | 8.00-9.00                                        | 13.00-14.00 | 18.00-19.00 |
| Перехрестя пр. Гагаріна та вул. Молочна                    | 3,1                                | 2,5         | 2,8         | 0,06                                             | 0,03        | 0,07        | 0,06                                             | 0,009       | 0,04        |
| пр. Гагаріна 43/2<br>Пішохідний перехід біля клубу Holiday | 2,7                                | 2,3         | 2,7         | 0,07                                             | 0,04        | 0,08        | 0,04                                             | 0,01        | 0,05        |
| Перехрестя пр. Гагаріна та вул. Чугуївська                 | 3,5                                | 3,1         | 3,3         | 0,06                                             | 0,05        | 0,07        | 0,03                                             | 0,009       | 0,02        |
| Перехрестя пр. Гагаріна та вул. Зернова                    | 3,6                                | 3,1         | 3,7         | 0,08                                             | 0,05        | 0,06        | 0,04                                             | 0,01        | 0,06        |
| Перехрестя пр. Гагаріна та вул. Героїв Сталінграду.        | 3,9                                | 3,5         | 4,0         | 0,08                                             | 0,06        | 0,07        | 0,07                                             | 0,03        | 0,08        |

На рисунках 3.7-3.9 надано результати досліджень проб повітря у долях ГДК.

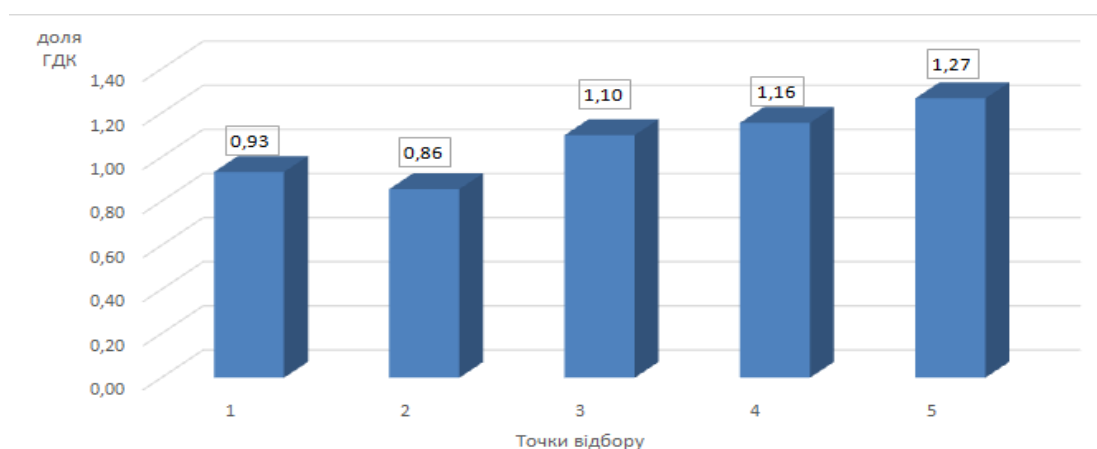


Рис. 3.7 – Концентрація оксиду вуглецю на точках відбору (у долях ГДК)

На графіку видно, що перевищення середньодобової ГДК спостерігається у трьох точках – 3. перехрестя пр. Гагаріна та вул. Чугуївська; 4. перехрестя пр. Гагаріна та вул. Зернова; 5. перехрестя пр. Гагаріна та вул. Героїв Сталінграду.

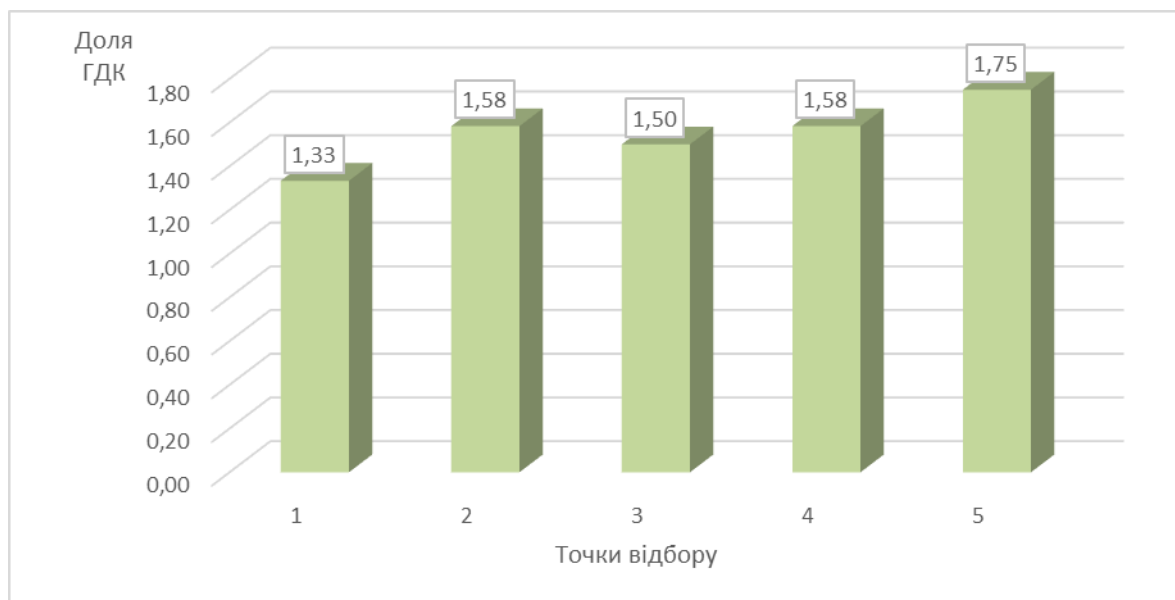


Рис. 3.8 – Концентрація діоксиду азоту на точках відбору (у долях ГДК)

Перевищення ГДК спостерігається на всіх точках відбору проб. Це пояснюється різним ступенем технічних якостей автомобілів, а також фоновим забрудненням атмосфери.

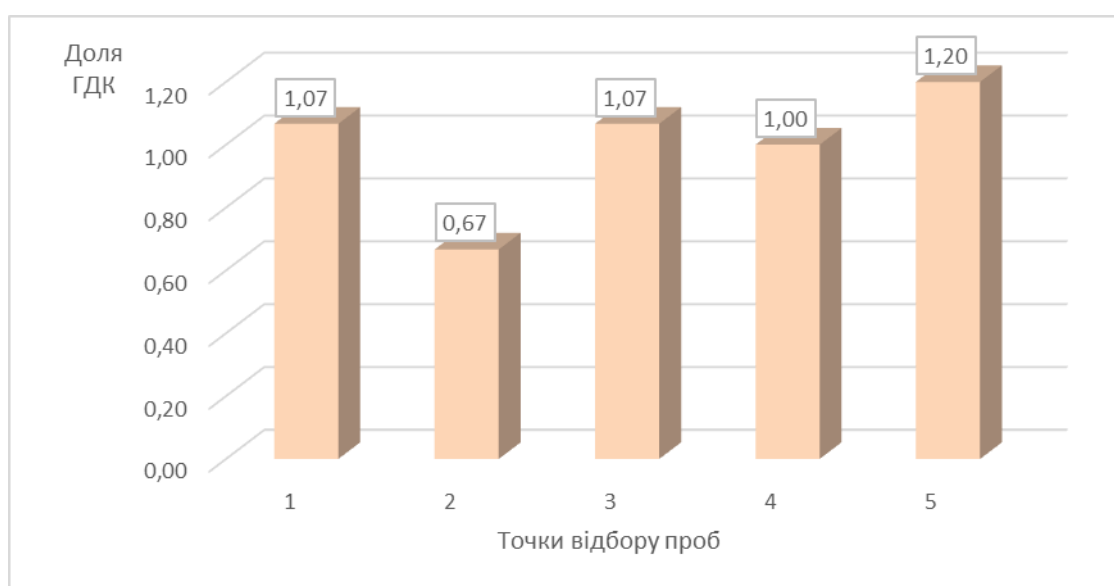


Рис. 3.9 – Концентрація діоксиду сірки точках відбору (у долях ГДК)

Перевищення діоксиду сірки також спостерігається на всіх точках відбору проб, окрім 2-ї – пр. Гагаріна 43/2 пішохідний перехід біля клубу Holiday. У цьому районі розташована переважно житлова забудова.

### 3.3. Рекомендації щодо використання отриманих даних

На даний момент вимог до контролю за викидами автотранспорту немає. Нормативні показники викидів забруднюючих речовин автотранспорту вказуються у ДСТУ 4277:2004 «Норми і методи вимірювань вмісту оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів з двигунами, що працюють на бензині або газовому паливі» [14]. У цьому документі також зазначається, що Контролювання вмісту оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів здійснюють:

а) на підприємствах, які експлуатують та обслуговують автомобілі: під час технічного обслуговування, після ремонту чи регулювання агрегатів, систем і вузлів, що впливають на вміст оксиду вуглецю і вуглеводнів у відпрацьованих газах, під час вибіркового перевіряння автомобілів, а також на вимогу водіїв;

б) на підприємствах технічного обслуговування і ремонту автомобілів: під час технічного обслуговування автомобілів, після ремонту систем і вузлів, що впливають на вміст оксиду вуглецю і вуглеводнів у відпрацьованих газах, а також на вимогу власників автомобілів;

в) на підприємствах, які виготовляють двигуни і автомобілі: під час випробовування готової продукції;

г) під час сертифікаційних випробовувань та технічного нагляду за сертифікованою продукцією;

д) під час державних технічних оглядів автомобілів;

е) під час перевіряння автомобілів у дорожніх умовах.

Проте законодавчо та насамперед з точки зору практичної частини реалізацію даних пунктів не проводять та не контролюють в повному обсязі. Особливо це стосується перевіряння у дорожніх умовах.

У Європейському Союзі діє класифікація автотранспорту за викидами відпрацьованих газів від ЄВРО 0 до ЄВРО-6 в залежності від зниження концентрації забруднюючих речовин у вихлопних газах автотранспорту.

Так в Україні з 1 січня 2025 року повинен запрацювати стандарт не нижче рівня ЄВРО-6 – за винятком транспортних засобів, вироблених в Україні або ввезених на митну територію України до 31 грудня 2024 року включно.

Тому нами пропонується запровадити наступні заходи:

- ведення постійного моніторингу забруднення повітря у приземних шарах вздовж основних транспортних магістралей міст (створення мережі онлайн-спостережень з використанням засобів інформаційного обміну);
- експлуатація технічно справних автотранспортних засобів та більше використання гібридних або електроавтомобілів, перехід від використання автобусів на електротранспорт, зокрема тролейбуси;
- впровадження технічних засобів зменшення викидів основних забруднюючих речовин, що надходять з відпрацьованими газами автомобілів;
- озеленення для можливості вертикального провітрювання;
- виключення транзитного руху вантажних автомобілів з житлових районів та введення регулювання кількості вантажного транспорту в межах міста;
- вдосконалення методів управління транспортними потоками для збільшення пропускної здатності дорожньої мережі;
- вдосконалення нормативно-правової бази для забезпечення екологічної безпеки транспорту.

## ВИСНОВКИ

Оскільки автомобільний транспорт є основним забруднювачем територій міст гостро стає питання моніторингу та регулюванню забруднення атмосфери викидами автотранспорту.

В результаті того, що збільшилось використання індивідуальних транспортних засобів, збільшення частки перевезень вимагає пошуків нового підходу вирішення проблем забруднення довкілля, спрямованого на розробку нових моделей оцінки шкідливого впливу при функціонуванні автотранспортного комплексу; моделей організації і оптимізації перевезень; зміни державної політики та економічних регуляторів діяльності перевізників, що стимулюють проведення природоохоронних заходів.

Отримання інформації про забруднення викидами автотранспорту в атмосферне повітря можливе експериментальними вимірами параметрів, що характеризують якість повітря поблизу об'єктів транспортної інфраструктури. Для оцінки вмісту забруднюючих речовин в атмосферному повітрі використовується газоаналітичні прилади типу УГ-2 та ОКЦИ-5 М.

Були проведені експериментальні дослідження забруднення атмосферного повітря викидами автотранспорту у п'яти точках розташованих вздовж проспекту Гагаріна на вміст оксиду вуглецю, діоксиду азоту, діоксиду сірки:

1. перехрестя пр. Гагаріна та вул. Молочна;
2. пр. Гагаріна 43/2 – пішохідний перехід біля клубу Holiday;
3. перехрестя пр. Гагаріна та вул. Чугуївська;
4. перехрестя пр. Гагаріна та вул. Зернова;
5. перехрестя пр. Гагаріна та пр. Героїв Сталінграду.

Перевищення середньодобової ГДК оксиду вуглецю спостерігається у трьох точках відбору – 3. перехрестя пр. Гагаріна та вул. Чугуївська; 4. перехрестя пр. Гагаріна та вул. Зернова; 5. перехрестя пр. Гагаріна та вул. Героїв Сталінграду. Перевищення середньодобової ГДК діоксиду азоту

спостерігається на всіх точках відбору проб. Перевищення середньодобової ГДК діоксиду сірки також спостерігається на всіх точках відбору проб, окрім 2-ї – пр. Гагаріна 43/2 пішохідний перехід біля клубу Holiday.

На основі отриманих результатів ми можемо надати рекомендації щодо моніторингу та контролю за станом атмосферного повітря на найбільш розвинених транспортних магістралях; запропоновано обмеження проїзду вантажного транспорту на території міста; рекомендовано розроблення необхідної нормативно-правової бази з регулювання викидами автотранспорту.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Douaud A., Girard C. Which are the engine and fuel technologies for the sustainable development of road transport? / WEC Journal. 2007. July. P. 10-21.
2. Бригадир І. В. Правове регулювання забезпечення екологічної безпеки в галузі автомобільного транспорту: автореф. дис. канд. юрид. наук: 12.00.06 / Національна юридична академія України ім. Ярослава Мудрого. Х., 2008. 20 с.
3. ГСТУ 218-02071168-096-2003. Охорона навколишнього середовища. Автомобільні дороги загального користування. Оцінка та прогнозування екологічного стану доріг та виробничих баз.
4. Гутаревич Ю. Ф., Зеркалов Д. В., Говорун А. Г. Екологія автомобільного транспорту: навч. посіб. К. : Основа, 2002. 312 с.
5. Данилевич Я. Б., Денисов В. Н. Системні рішення проблем екологічної безпеки автотранспортного комплексу, як метод покращення екологічної ситуації у мегаполісах. Доповіді IV Міжнар. наук.-практ. конф. *«Автотранспорт: від екологічної політики до щоденної практики»*. К. : ЦУЛ, 2005. 200 с.
6. ДСТУ 4277:2004 «Норми і методи вимірювань вмісту оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів з двигунами, що працюють на бензині або газовому паливі». URL : [http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page.html?id\\_doc=52714](http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page.html?id_doc=52714) (дата звернення 12.03.2020)
7. Криворучко О. М. Менеджмент якості на підприємствах автомобільного транспорту: автореф. дис. д-ра екон. наук: 08.00.04 / Українська державна академія залізничного транспорту. Х. 2007. 36 с.
8. Луканин В. Н., Трофименко Ю. В. Снижение экологических нагрузок на окружающую среду при работе автомобильного транспорта. М. 1996. 339 с.
9. Марков В. А., Баширов Р. М., Габитов И. И. Токсичность отработавших газов дизелей. 2.изд., перераб. и доп. М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. 375 с.

10. Масленникова И. С. Экологический менеджмент на транспортных коммуникациях. СПб: Недра. 1997. 135 с.
11. Міхно М. В. Зниження витрати палива та шкідливих викидів рухомим складом автомобільного транспорту раціональним вибором експлуатаційних факторів: Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.22.10 / Український транспортний ун-т. К. 1998. 16 с.
12. ОНД-86 Методика розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі шкідливих речовин, що містяться у викидах підприємств. ОНД-86. Л. : Гидрометеоиздат, 1987. 93 с.
13. Спостереження за забрудненням атмосферного повітря в м. Харкові. URL : <http://kharkiv.meteo.gov.ua/monitoring/> (дата звернення 18.04.2020)
14. Стан атмосферного повітря. URL : <https://www.saveecobot.com/maps> (дата звернення 20.04.2020)
15. Устименко В. С. Поліпшення екологічних показників автомобілів та розширення паливної бази автомобільного транспорту шляхом застосування біоетанолу: дис. канд. техн. наук: 05.22.20 / Державне підприємство «Державний автотранспортний науково-дослідний і проектний ін-т». К. 2006. 178 с.
16. Ямамото Акихиро. Экологические мероприятия и переработка отходов на транспорте // Yuso tenbo = Quart. J. Distrib. and Transp. 2005. № 244. С.21-28.