

Н

Н

**МАгіСТЕРСЬКА КВАЛіФіКАЦіЙНА РОБОТА**

НУБіП України

06.04. – КМР. 1933 «С». 2020.12.8. 12 ПЗ

**СУХОБРУСА НІКІТИ СЕРГіЙОВИЧА**

НУБіП України

2021

НУБіП України

НУБіП України

НУБіП України

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет (ННІ) Захисту рослин, біотехнології та екології

УДК 502.3:613.15(477.411)

# ПОГОДЖЕНО ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Декаан факультету (Директор ННІ)

Завідувач кафедри

Захисту рослин, біотехнології та

екології агросфери та екологічного

екології

контролю

(назва факультету (ННІ))

(назва кафедри)

# КОЛОМІСЬ Ю. В. НАУМОВСЬКА О. І.

(підпис)

(ПІБ)

(підпис)

(ПІБ)

20 р.

20 р.

## МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

# на тему Оцінка якості атмосферного повітря в м. Києві на прикладі Дарницького району.

Спеціальність 101 «Екологія»

(код і назва)

(код і назва)

# Освітня програма Екологія та охорона навколишнього середовища

Магістерська програма

Орієнтація освітньої програми

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

## Керівник магістерської роботи

Доктор педагогічних наук, професор

Боголюбов Володимир Миколайович

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

(ПІБ)

Виконав

Сухобрус Нікіта Сергійович

(підпис)

(ПІБ студента)

# КИЇВ – 2021

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

НУБІП України

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Екології агросфери та екологічного контролю

НУБІП України

Наумовська О.І.

(науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)

(ПІБ)

20 року

ЗАВДАННЯ

НУБІП України

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Сухобруса Нікити Сергійовича

НУБІП України

Спеціальність

101

«Екологія»

Освітня програма «Екологія та охорона навколишнього середовища»

Орієнтація освітньої програми

Освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

НУБІП України

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: Оцінка якості атмосферного повітря в м. Києві  
на прикладі Дарницького району

затверджена наказом ректора НУБІП України від «08» грудня 2020 р. № 1933 «С»

НУБІП України

Термін подання завершеної роботи на кафедру

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи Опрацювання джерел інформації відповідно до теми дипломної роботи, постановка досліду в лабораторних умовах, обробка отриманих даних, узагальнення інформації, підсумування результатів.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Проаналізувати доступну інформацію про якість повітря у місті Київ;
2. Визначити показники якості атмосферного повітря за даними платформи SaveEcoBot;
3. Провести дослідження якості повітря за допомогою аналізатора якості повітря SEM DT-9881M;
4. Зробити висновок про якість повітря спираючись на наявну базу даних.

Дата видачі завдання

20 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

(прізвище та ініціали студента)

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РЕФЕРАТ

Робота виконана на тему «Оцінка якості атмосферного повітря в м. Києві на прикладі Дарницького району» охоплює 50 сторінок тексту, складається з анотації, вступу, трьох розділів, списку використаних джерел та додатків.

**Актуальність роботи:** оцінка якості атмосферного повітря – одна з найважливіших оцінок в моніторингу стану навколишнього середовища.

Необхідно ретельно слідкувати та не допускати перевищень гранично-допустимих норм речовин в повітрі, так як це несе загрозу всім без винятку рослинам, тваринам та здоров'ю людей.

Дарницький район – один з 10 районів Києва і займає 15,6% загальної площі столиці. Враховуючи великий промисловий комплекс, в тому числі 3 найбільш небезпечних підприємства: Філія "Завод "Енергія" ПАТ "Київенерго" ТОВ "Євро-Реконструкція", Бортницька станція аерації, викиди з яких можуть мати негативні наслідки для жителів району, необхідно визначити концентрацію основних забруднюючих речовин та зробити висновок, щодо якості повітря в цьому районі.

**Мета:** оцінити якість атмосферного повітря в Дарницькому районі

### **Завдання:**

- Проаналізувати доступну інформацію про якість повітря у місті Київ;
- Визначити показники якості атмосферного повітря за даними платформи SaveEcoBot;
- Провести дослідження якості повітря за допомогою аналізатора якості повітря SEM DT-9881M;
- Зробити висновок про якість повітря спираючись на наявну базу даних.

**Об'єкт:** зміни якості атмосферного повітря на території Дарницького району;

**Предмет:** концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі Дарницького району;

**Методи дослідження :**

- статистичні методи обробки даних з автоматичних постів спостережень
- експериментальний метод,
- метод порівняння.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

# ЗМІСТ

# НУБІП України

АНОТАЦІЯ..... 3

ВСТУП..... 9

# НУБІП України

1.1. Атмосферне повітря..... 11

1.2. Джерела і види забруднень атмосферного повітря..... 12

1.3. Основні забруднюючі речовини..... 14

1.4. Наслідки забруднення атмосферного повітря..... 16

# НУБІП України

1.5. Оцінка якості атмосферного повітря у місті Київ..... 22

1.6. Стан атмосферного повітря у місті Київ..... 24

1.7. Заходи щодо охорони атмосферного повітря..... 26

## РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА, УМОВИ, МІСЦЕ ТА ОБ'ЄКТИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

# НУБІП України

2.1. Методи оцінювання концентрацій речовин у повітрі..... 29

2.2. Загальний опис досліджуваної території..... 31

# НУБІП України

2.3. Опис місця відбору проб..... 33

2.4. Методика проведення дослідження..... 36

2.4.1. Платформа SaveEcoBot..... 36

2.4.2. Вимірювання з використанням аналізатора якості повітря SEM DT-9881M..... 38

# НУБІП України

## РОЗДІЛ 3. ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В М. КИЄВІ НА ПРИКЛАДІ ДАРНИЦЬКОГО РАЙОНУ

..... 40

3.1. Обробка даних автоматичних станції з платформи SaveEcoBot..... 40

# НУБІП України

3.2. Обробка даних отриманих за допомогою аналізатора якості повітря SEM DT-9881M..... 41

3.3. Аналіз отриманих даних..... 43

3.3.1. Середньомісячні концентрації формальдегіду.....	43
3.3.2. Середньомісячні концентрації чадного газу.....	45
3.3.3. Середньомісячні концентрації дрібнодисперсних домішок РМ 2.5 ...	46

3.3.4. Середньомісячні концентрації дрібнодисперсних домішок РМ 10 .....	48
--	----

ВИСНОВКИ.....	50
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	52

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України



## ВСТУП

Оцінка якості атмосферного повітря – одна з найнеобхідніших процедур, яка дає можливість оцінити стан повітря, вчасно побачити можливі перевищення та проконтролювати їх.

Джерела викидів в атмосферу поділяють на природні, зумовлені природними процесами, та антропогенні (техногенні), які є результатом діяльності людини. До природних джерел забруднення атмосферного повітря відносять пилові бурі, масиви зелених насаджень у період цвітіння, степові та лісові пожежі, виверження вулканів. Домішки, що виділяються природними джерелами:

- пил рослинного, вулканічного, космічного походження, продукти ерозії ґрунту, частинки морської солі;
- тумани, дим та гази від лісових та степових пожеж;
- гази вулканічного походження;
- продукти рослинної, тваринної, бактеріальної походження.

Природні джерела зазвичай бувають локальними та діють порівняно короткочасно. Рівень забруднення атмосфери природними джерелами є фоновим і мало змінюється з часом.

Антропогенні (техногенні) джерела забруднення атмосферного повітря, представлені головним чином викидами стаціонарних та пересувних джерел забруднення. Такими джерелами є:

- теплоенергетика
- транспорт
- промисловість
- нафтопереробка і газопереробки
- випробування зброї. [1]

# НУБІП України

Саме такими джерелами забруднення представлені основні джерела погіршення стану атмосферного повітря в великих містах.

Отже, необхідно постійно перевіряти стан повітря та рівень забруднюючих речовин в ньому, так оскільки їх високі концентрації можуть

# НУБІП України

призвести до таких проблем:

- Негативний вплив на здоров'я людей. Враховуючи можливість того, що забруднення повітря може викликати захворювання дихальної та серцево-судинної системи серед найбільш сприйнятливих груп населення, стандарти

# НУБІП України

якості атмосферного повітря були встановлені відповідно до державних та міжнародних норм.

- Погіршення довкілля та навколишніх земель. Азот та осадження сірки можуть змінити кислотність ґрунту, що, у свою чергу, може перешкоджати розвитку деяких видів флори.

# НУБІП України

- Високий рівень викидів пилу може призвести до збільшення фонові швидкості осадження атмосферних домішок на поверхню будівель та сільськогосподарських культур, а також потенційно впливає на швидкість росту рослин.

# НУБІП України

- Глобальне потепління, причиною якого є емісія парникових газів, таких як вуглекислий газ ( $\text{CO}_2$ ) та метан ( $\text{CH}_4$ ), яке, у свою чергу, може впливати на погоду та клімат. [2]

# НУБІП України

# НУБІП України

# РОЗДІЛ 1. ВПЛИВ ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ НА СТАН ДОВКІЛЛЯ

## 1.1. Атмосферне повітря

Атмосферне повітря - це життєво важливий компонент навколишнього середовища, що є природною сумішшю газів приземного шару атмосфери за межами житлових, виробничих та інших приміщень, що сформувалася в ході еволюції Землі. У Землі повітря на 78 % складається з азоту, на 21 % - з кисню, менш як 1 % - з аргону. У повітрі можливий незначний вміст вуглекислого газу, водню, гелію, неону та інших елементів. [3]

Товщина повітряної оболонки, що оточує земну кулю, не менше 1000 км - майже чверть земного радіусу. Маса цієї оболонки становить приблизно  $5 \cdot 10^{15}$  т. Безпосередньо до земної поверхні примикає тропосфера. Вона простягається до висоти 8-10 км над полюсами і 18 км над екватором. У цьому шарі йде безперервне перемішування повітря, що призводить до зниження температури при наближенні до Землі приблизно по  $6,5^{\circ}\text{C}$  на кожен кілометр. У тропосфері сконцентровано 75 % усієї маси атмосфери, основна кількість водяної пари та найдрібніших частинок домішок, що сприяють утворенню хмар. Вище тропосфери приблизно 50 км простягається стратосфера. Для неї характерні слабкі повітряні потоки, мала кількість хмар і сталість температури ( $-56^{\circ}\text{C}$ ) до висоти приблизно 25 км. Вище температура починає підвищуватися в середньому на  $0,6^{\circ}\text{C}$  на кожні 100 метрів і на рівні 45-54 км. досягає  $0^{\circ}\text{C}$ . Вище стратосфери розташовані мезосфера і термосфера - шари майже впливають погоду через невеликий маси повітря, що міститься у них. [4]

Якість повітря зумовлена співвідношенням тих чи інших речовин у його складі. Від якості повітря залежить здоров'я людей, стан рослинного та тваринного світу, міцність та довговічність будв-яких конструкцій, будівель, споруд. [5]

## 1.2. Джерела і види забруднень атмосферного повітря

Під забрудненням атмосферного повітря розуміється порушення гігієнічних та екологічних нормативів якості повітря внаслідок надходження в атмосферне повітря або утворення у ньому шкідливих (забруднюючих) речовин, пов'язаних із промисловими викидами. Забруднення може бути локальним, регіональним та глобальним. Масштаби забруднення обумовлені потужністю викиду та характером повітряних потоків. [6]

Забруднення повітря відбувається двома шляхами: природним і внаслідок життєдіяльності людини (антропогенним). Природне забруднення атмосферного повітря має природне походження, існувало завжди. До цього виду забруднень відноситься пил, який утворюється внаслідок впливу вітру на ґрунт. Особливо цей процес відбувається там, де немає або мало рослинності-степу, пустелі; де вітер досить легко видує частинки ґрунту (пісок) і забирає їх в атмосферу. До природних забруднювачів повітря належать вулкани, під час виверження яких у повітря викидаються мільйони тонн попелу та газів. Забруднюється повітря і внаслідок природних пожеж, вивержень вулканів, випарів солей з океанів і морів, космічним пилом, пилом з рослин, пилом, що утворюється внаслідок руйнування гірських порід, виділення тварин, птахів та ін. [7]

До джерел антропогенного забруднення повітря відносяться:

- транспорт (автотранспорт, поїзди, судна, літаки) - автотранспорт є основним забруднювачем атмосферного повітря в містах промислово розвинених країн світу;
- підприємства чорної та кольорової металургії (при виплавці руд у повітря викидаються тверді частинки, оксиди сірки та вуглецю, також (залежно від вихідних руд) можуть потрапляти і такі шкідливі речовини, як марганець, свинець, пари ртуті та ін.);

НУВБІП УКРАЇНИ

- теплові електростанції, котельні, від яких у процесі спалювання твердого або рідкого палива в атмосферу виділяється дим, який може містити діоксид вуглецю та пари води, оксиди вуглецю, сірки, азоту, вуглеводні та ін., тверді частинки (зола, пил, сажа);

НУВБІП УКРАЇНИ

- сміттєзвалища, продукти переробки побутових відходів, а також речовини, що утворюються при спалюванні палива, що використовується для приготування їжі людиною;

НУВБІП УКРАЇНИ

- у сільській місцевості основними забруднювачами є тваринницькі та птахівницькі комплекси, пестициди, що використовуються для боротьби з бур'янами та хворобами сільськогосподарських культур, плодово-ягідних рослин та ін.

НУВБІП УКРАЇНИ

Із забрудненого атмосферного повітря шкідливі речовини потрапляють на Землю в основному з дощем і снігом, тим самим забруднюючи ґрунт (використовуваний для продуктів харчування людини і кормів для сільськогосподарських тварин і птахів), джерела питного водопостачання; а також надаючи несприятливий (руйнівний) вплив на стан будівель та споруд.

[8]

НУВБІП УКРАЇНИ

Види забруднення атмосфери :

- За масштабами поширення:

НУВБІП УКРАЇНИ

- Місцеве забруднення відрізняється високим вмістом забруднюючих елементів на локальних територіях (у місті, промисловому районі, селі тощо);
- Регіональне забруднення характеризується залученням великих просторів, регіонів із можливим впливом на сусідні регіональні майданчики (держава, країна);
- Глобальні забруднення змінюють склад атмосфери і мають серйозні наслідки в екологічних масштабах для населення всієї земної кулі

НУВБІП УКРАЇНИ

- За характером забруднення:

НУБІП УКРАЇНИ

- Фізичні – безпосередній вплив на атмосферу як шумових, електромагнітних, теплових чи механічних коливань. Механічне вплив проявляється у вигляді пилу та твердих частинок, електромагнітне – радіохвиль, шумове

забруднення призводить до повітряних деформацій за допомогою звукових та частотних коливань, теплові – у вигляді теплових викидів;

НУБІП УКРАЇНИ

- Хімічні – забруднення повітряних мас внаслідок газоподібних викидів та використання аерозолів (вуглеводні, альдегіди, аміак та ін.);

- Біологічні - мікробні забруднення вегетативними або споровими формами життя, вірусами та продуктами життєдіяльності.

НУБІП УКРАЇНИ

- За агрегатним станом забруднюючі речовини можуть бути:

- Газоподібними (оксид сірки, вуглецю або діоксиди речовин),
- Твердими (канцерогени, свинцеві сполуки, смоли та ін.);
- Рідкими (кислоти, луги та ін.) [9]

НУБІП УКРАЇНИ

### 1.3. Основні забруднюючі речовини

Основним речовинами, що забруднюють атмосферне повітря є :

НУБІП УКРАЇНИ

- Двоокис азоту ( $\text{N}_2\text{O}$ ): оксиди азоту є побічними продуктами спалювання викопних видів палива (наприклад, природний газ) і утворюються внаслідок окислення азоту, що міститься у повітрі та паливі.

$\text{NO}_x$  спочатку виділяється як оксид азоту ( $\text{NO}$ ), але також включає невелику кількість двоокису азоту ( $\text{NO}_2$ ); після виділення склад далі окислюється з утворенням додаткового  $\text{NO}_2$ .  $\text{NO}_2$  характеризується несприятливим впливом на здоров'я, при високих концентраціях може впливати на функціонування легень та реакційну здатність дихальних шляхів, а також загострює астму та підвищує смертність.

НУБІП УКРАЇНИ

- Діоксид сірки ( $\text{SO}_2$ ):  $\text{SO}_2$  є безбарвним газом, який добре розчиняється у воді. Він утворюється при горінні сірки, що міститься в паливі, і є основним забруднювачем атмосферного повітря в багатьох частинах світу.

Надмірна дія  $\text{SO}_2$  (вище граничних значень) може спричинити дискомфорт очей, легень та горла. [10]

- Оксид вуглецю ( $\text{CO}$ ):  $\text{CO}$  утворюється при неповному згорянні вуглецю, що міститься у викопному паливі, наприклад, у природному газі.

Підвищення концентрації  $\text{CO}$  в атмосферному повітрі призводить до утворення карбоксигемоглобіну  $\text{COHb}$ , який суттєво знижує здатність крові переносити кисень;

- Летючі органічні сполуки : до цієї групи входять органічні сполуки, які відносно легко випаровуються у повітря. Вони є побічними продуктами спалювання. Бензол є одним із найбільш послідовно контрольованих летючих органічних сполук, оскільки вважається сильним канцерогеном для людини. Неметанові леткі органічні сполуки не містять метану, що розглядається окремо внаслідок того, що сприяє глобальному потеплінню;

- Дрібнодисперсні частинки: існують граничні норми якості атмосферного повітря щодо загального вмісту зважених частинок та частинок, дрібніших фракцій  $\text{BC}_{10}$  та  $\text{BC}_{2.5}$ , які проникають глибоко у легені. Фракції  $\text{PM}_{10}$  і  $\text{PM}_{2.5}$  визначаються, як зважені частинки з еквівалентним аеродинамічним діаметром менше 10 та 2,5 мікрон (мк), відповідно,

- Пил: пилом вважаються тверді частинки розміром менше 75 мкм, які можуть бути зваженими і осадженими частинками. Пил від будівельної діяльності впливає на людину як потенційний подразник і як можливе негативний наслідок здоров'я. При великих кількостях пил покриває рослинність, погіршуючи фотосинтез та уповільнюючи їх зростання. Великі частки пилу (понад 30 мкм), які становлять більшу частину пилу від будівельних робіт, осідають поблизу місць виконання робіт. [11]

#### 1.4. Наслідки забруднення атмосферного повітря

Забруднення атмосфери впливає всі природні компоненти, обумовлює зміни озонового шару, парниковий ефект, утворення кислотних дощів і смогів. Розглянемо зазначені наслідки забруднення окремо.

Парниковий ефект – це розігрів нижніх шарів атмосфери завдяки парниковим газам. До парникових газів відносяться двоокис вуглецю ( $\text{CO}_2$ ), метан ( $\text{CH}_4$ ), оксиди азоту ( $\text{N}_x\text{O}$ ), фреони. Відносний внесок у парниковий ефект газів наступний:  $\text{CO}_2$  – 60%,  $\text{CH}_4$  – 15%,  $\text{N}_2\text{O}$  – 5%,  $\text{O}_3$  – 8%.

Антропогенні джерела вуглекислого газу - спалювання палива, цементне виробництво, вирубування лісів, зміна поверхні, що підстиляє. Антропогенні джерела метану – скотарство, рисосіяння, тверді відходи, вугільні кар'єри, газові та нафтові свердловини, витік із газопроводів – 300 – 109 кг на рік.

Джерела оксидів азоту - сільське господарство, спалювання біомаси, промисловість, що виробляє азотовмісні речовини. [12]

Виснаження озонового шару. Вміст озону в атмосфері визначається природними та антропогенними факторами. Близько 85-90% загальної кількості озону знаходиться у стратосфері, невелика частина – у тропосфері.

Якщо весь озон привести до нормального атмосферного тиску (760 мм рт.ст.) та температури  $0^\circ\text{C}$ , то його товщина становитиме в середньому 3 мм.

Кількість озону змінюється при вулканічних виверженнях, зміні сонячної активності, температурі повітря. У максимумі одинадцятирічного циклу сонячної активності вміст озону у високих та середніх широтах виявилось на

кілька відсотків вищим, ніж у мінімумі. Після великих вулканічних вивержень вміст озону у стратосфері знижується. Зв'язок загального вмісту озону з температурою у тропосфері негативний, у стратосфері – позитивний.

У тропосфері щільність озону перед грозою і за грози може зростати удесятеро.

Основним чинником, що зменшує вміст озону в стратосфері, є антропогенна діяльність. До руйнування озонового шару призводять фреони (фтор- і хлорпохідні метану, етану, циклобутану), бромомісні сполуки,



НУБІП УКРАЇНИ

окси́ди азоту та ін. Фреони широко використовуються при виробництві холодильників та кондиціонерів, аерозольних упаковок. Основними постачальниками хлорфторвуглеців (фреонів) є США (30,85%), Японія (12,42%), Великобританія (8,62%), Росія (8%). Бромовмісні сполуки

НУБІП УКРАЇНИ

викидаються в атмосферу при спалюванні біомаси, роботі двигунів внутрішнього згорання, внаслідок господарської діяльності тощо. Хлор-і бромовмісні сполуки здатні залишатися в атмосфері 50 - 150 років.

Джерелами надходження оксидів азоту є атомні вибухи в атмосфері, польоти літаків у стратосфері, використання мінеральних добрив та спалювання палива.

НУБІП УКРАЇНИ

Вміст озону в північній півкулі знижується на північ на 5-20% над Антарктикою зменшення кількості озону перевищує зазначену величину на 30-40%. Освіта озонових дір над Антарктикою сприяє режим загальної

НУБІП УКРАЇНИ

циркуляції атмосфери. Залежно від інтенсивності антарктичного вихору глибина озонної дірки змінюється. При інтенсивному полярному вихорі відбувається ізоляція холодних повітряних мас над Антарктикою, температура в стратосфері мінімальна (-80°C), розвиваються умови, що сприяють руйнуванню озону. У північній півкулі частий обмін повітрям між

НУБІП УКРАЇНИ

полярними та помірними широтами перешкоджає формуванню потужного вихору. Тому температура стратосфери вища і руйнація озону значно менша.

Зменшення вмісту озону в атмосфері збільшує інтенсивність та дози ультрафіолетового випромінювання. При зменшенні загального вмісту озону на 10% інтенсивність прямого сонячного випромінювання із довжиною хвилі

НУБІП УКРАЇНИ

0,292 мкм збільшується у 6 разів, інтенсивність випромінювання із довжиною хвилі 0,287 мкм зростає у 50 разів. Зниження кількості озону на 1% збільшує інтенсивність ефективного випромінювання на 2%. Поглинання сонячного проміння озonom призводить до значного нагрівання атмосфери на висотах

від 30 до 75 км. [13]

НУБІП УКРАЇНИ

Збільшення кількості ультрафіолетового випромінювання руйнує найважливіші біологічні елементи – білки та нуклеїнові кислоти. У людини

з'являються оніки на шкірі, при тривалій дії випромінювання підвищеної інтенсивності розвивається рак шкіри.

Кислотні дощі. Кислотні дощі – дощі, підкислені (рН нижче 5,6) через розчинення в атмосферній волозі промислових викидів (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, HCl та ін.). У Європі максимальна зареєстрована кислотність опадів рН=2,3.

Двоокис сірки надходить із теплоелектростанцій та інших стаціонарних джерел при спалюванні вугільного палива (88%), при переробці сульфідних руд (5%), нафтопродуктів, виробництві сірчаної кислоти та ін(7%). Для оксидів азоту серед стаціонарних джерел паливно-енергетичний комплекс дає 85% викидів, виробництво цементу, вапна, скла, металургійні процеси та ін. - 12%. Аміак надходить від тваринницьких комплексів та підприємств із виробництва добрив. Основні джерела летких органічних сполук – хімічні виробництва, нафтосховища тощо.

Першим економічно відчутним наслідком випадання кислотних дощів була втрата рибних ресурсів. Сотні озер Скандинавії та Британських островів стали безрибними. Дослідження донних відкладень показало зниження рН на одиницю першій половині 19в. Серед факторів, що впливають на популяції

риб у зв'язку з підкисленням, називають нестачу кальцію, осадження алюмінію на зябрах та ін.

Підкислення водою відбувається також і за рахунок вимивання аніонів сірчаної та азотної кислот з ґрунту. Підкислення ґрунту призводить до зміни Al/Ca та Al/Mg, які в Центральній Європі за 20 років (1970-1990рр.) зросли майже в 2 рази. Кислотні дощі вилугтовують і виносять із ґрунту такі поживні речовини, як Ca, Mg, K.

Підкислення ґрунтів – одна з основних причин усихання лісів помірної зони північної півкулі. Під дією кислих полутантів і внаслідок взаємодії катіонів важких металів з поглинальним комплексом ґрунтів спостерігається підкислення ґрунтового розчину у темно-сірих ґрунтах до рН 4,5; чорноземах

опідзолених до 4,6; чорноземах південних — до 3,3. Найбільше постраждали ялицево-ялицеві та дубові ліси. Ефекти підкислення можна поділити на хімічні та біологічні. Хімічні ефекти полягають у зміні

катионного обміну рослин, у результаті рослини страждають від нестачі магнію та надлишку алюмінію, в якому бачать головну причину пожовтіння

хвої. Кислотні дощі знижують інтенсивність фотосинтезу. Біологічні ефекти різноманітні. Зокрема, кислотне середовище пригнічує зростання коренів.

Підвищений вміст азоту та вільних нуклеїнових кислот стимулює розвиток лісових шкідників. Непрямі впливи виражаються у пролонгації

(продовженні) літнього зростання та підвищеної чутливості до перших заморозків. [14]

Смог. В результаті антропогенної діяльності утворюється смог. Смог —

це поєднання пилових частинок та крапель туману. Виділяють два типи

смогів: лондонський та лос-анджелеський. Лондонський зміг є поєднанням газоподібних забруднювачів (в основному сірчистого ангідриду), пилових частинок і крапель туману. Зміг лос-анджелеський — це вторинне забруднення

повітря, що виникає в результаті розкладання забруднюючих речовин сонячними променями, особливо ультрафіолетовими. Головний отруйний

компонент смогу — озон. Під впливом ультрафіолетового випромінювання  $\text{NO}_2$  розпадається на  $\text{NO}$  і  $\text{O}$ .  $\text{Pro} + \text{O}_2 = \text{O}_3$ . [15]

Хімічне забруднення атмосфери безпосередньо впливає стан здоров'я людини. Встановлено чіткий кореляційний зв'язок між забрудненням

атмосфери та захворюваннями органів дихання: бронхітами, трахеїтами, астмою, пневмоніями, раком легень. Смертність від раку легень за останні 10

років подвоїлася. Найбільш чутливі до впливу забрудненого повітря люди похилого віку, діти та люди, які страждають на хронічні захворювання

органів дихання.

Під впливом чадного газу, оксидів азоту та сірки підвищується ризик захворювання на рострі респіраторні інфекції, з'являються кон'юнктивіти та

інші захворювання. Оксид вуглецю викликає запаморочення, нудоту, сонливість, непритомність, загальну слабкість. Оксид вуглецю здатний міцно зв'язуватися з гемоглобіном крові, утворюючи карбоксигемоглобін.

Гемоглобін - це залізовмісний білок, що виконує роль переносника кисню в крові. Здатність CO зв'язуватися з гемоглобіном крові людини в 216 разів вище, ніж у O<sub>2</sub>. Людина, що вдихає протягом кількох годин повітря, що містить 0,1%, на 60% знижує нормальну здатність крові переносити кисень.

[16]

Пил, що містить діоксид кремнію, викликає таке захворювання легень, як силікоз. Основними джерелами пилу є робота автомобілів та літаків. Свинець впливає кровоносну, нервову систему людей. Деякі вуглеводневі сполуки, зокрема формальдегід та бензопірен, є токсичними канцерогенними речовинами. Ці речовини, потрапляючи до організму, викликають ракові захворювання.

Шумове забруднення негативно впливає на нервову систему. Шум — це сукупність звуків різної частоти та інтенсивності, що виникають у результаті

коливального руху частинок у пружних середовищах (твердих, рідких,

газоподібних). До джерел шуму відносяться також залізничні вузли і станції,

великі автовокзали і автогосподарства, мотелі і кемпінги, трейлерні парки, промислові об'єкти і великі бази будівельної індустрії, енергетичні

установки. Спричинювати додаткове шумове навантаження може також

недосконале планування міст, розміщення в їх межах джерел сильного шуму,

наприклад, аеропортів, автомагістралей, підприємств. Джерелами шумів є

також гучномовні пристрої, ліфти, телевізори, радіоприймачі, музичні інструменти, юрби людей і окремі особи. Для багатьох великих міст

джерелом значного шуму є залізничні підприємства, відкриті ділянки

метрополітену і міські трамваї.

Таке забруднення як веде до втрати слуху, а й викликає психічні розлади. Небезпека шумового впливу посилюється властивістю організму

людини накопичувати акустичні подразнення. Під впливом шуму певної інтенсивності виникають зміни у циркуляції крові, роботі серця та залоз внутрішньої секреції, знижується м'язова витривалість. Статистичні дані

свідчать, що відсоток нервово-психічних захворювань вищий серед осіб, які працюють у умовах підвищеного рівня шуму. Реакція на шум найчастіше виявляється у підвищеній збудливості та дратівливості. Люди, які зазнають постійного впливу шуму, часто стають важкими у спілкуванні.

Шум надає шкідливий вплив на зоровий та вестибулярний апарат, знижує стійкість ясного бачення та рефлекторну діяльність. Чутливість сутінкового зору слабшає, знижується чутливість денного зору до оранжево-червоних променів. [17].

Один з найбільш помітних впливів забруднюючих речовин в атмосфері – це руйнування будівельних матеріалів. Насамперед до таких матеріалів відносяться вапняк, мармур, шифер і вапняні розчини, в яких карбонат кальцію переходить у сульфат. Особливо небезпечні подібні реакції вапняного розчину, оскільки вони призводять до об'ємного розширення і пов'язаним з ним зсувом елементів конструкцій, з'єднаних цим розчином.

Вироби з мarmуру також нестійкі до агресивної дії забруднюючих речовин. Під дією кислотних дощів кальцій у мarmурі перетворюється на гіпс. Гіпс відрізняється від кальциту більшою розчинністю, більшою м'якістю, у зв'язку з чим він легше піддається руйнівній дії дощів. Наприклад, у деяких містах Англії менш ніж за два сторіччя надгробні плити зруйнувалися настільки, що прочитати написи на могилах зовсім неможливо.

У містах із високорозвиненою промисловістю залізо іржавіє втричі швидше, ніж у містах із меншим забрудненням повітря, й у 20 разів швидше, ніж у сільській місцевості. Швидкість корозії алюмінію у місті в 100 разів більша, ніж у сільській місцевості. Сірка, що міститься в повітрі у 25 разів посилює корозію нікелю, у 15 разів – цинку, у 8 разів – міді, у 30 разів –

стали. Через корозію виникають структурні та механічні поломки в конструкціях, завнає втрат хімічна промисловість. [18]

### 1.5. Оцінка якості атмосферного повітря у місті Київ

Основними нормативними актами, що регламентують моніторинг об'єктів довкілля є:

- постанова Кабінету Міністрів України від 09.03.1999 № 343 «Про затвердження Порядку організації та проведення моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря»;
- постанова Кабінету Міністрів України від 20.07.1996 № 815 «Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод»;
- постанова Кабінету Міністрів України від 20.08.1993 № 661 «Про затвердження Положення про моніторинг земель»;
- постанова Кабінету Міністрів України від 26.02.2004 № 51 «Про затвердження Положення про моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення». [19]

В місті Київ працюють 16 стаціонарних постів спостереження за станом атмосферного повітря, що відбирають проби повітря на аналізи 6 днів на тиждень 3-4 рази на добу. Робота цих постів регулюється Державною гідрометеорологічною службою. Перевіряється також кислотність опадів, їх хімічний склад, взимку аналізується наявність забруднюючих речовин в сніговому покриві. Обов'язковими елементами, на які звертають увагу є діоксид сірки, пил, оксид вуглецю, двооксид азоту, формальдегід, бензапірен та свинець. [20]

Окрім Державної гідрометеорологічної служби, перевіркою стану атмосферного повітря займається Державна екологічна інспекція (Мінприроди). Служба здійснює вибіркові вимірювання на самих джерелах викидів та аналізує більше ніж 65 параметрів. Окрім лабораторних аналізів якості повітря, на самих підприємства проходить перевірка низки інших пунктів. Інспектори мають право запросити інформацію про інвентаризацію

джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферу, санітарно-технічний звіт, наявність і якість ведення журналів документації з переліком нормативів гранично допустимих викидів. Окрім перевірки документації на установах чи

підприємствах необхідно проводити огляд технологічного стану обладнання та газоочисних установок.

Після зібраної інформації інспектори повинні розрахувати виявлені понадлімітні та наднормативні викиди та надати звіт до Державної

гідрометеорологічної служби. При виявленні порушень служба має право

призупинити дію підприємства та надати відповідні протоколи до прокуратури та суду. [21]

НУБІП України

НУ

НУ

НУБІП України



Рис.1. Мережа спостережень ЦГО ім. Бориса Срезневського за забрудненням повітря у м. Києві

У житлових та рекреаційних зонах спостереження за якістю повітря проводить Санітарно-епідеміологічна служба (МОЗ). Вона займається аналізами атмосферного складу поблизу головних доріг, житлових будинків, біля територій шкіл, дошкільних установ, медичних закладів та в рекреаційних зонах. Окремо проводить перевірки якості повітря, якщо були надані скарги від громадян та громад. [22]

Стан атмосферного повітря у місті Київ

Якість повітря міста Києва залежить від викидів забруднюючих речовин від стаціонарних та мобільних джерел. За останні роки викиди від стаціонарних джерел загалом зменшилися, тоді як викиди від пересувних джерел - зросли.

Забруднення повітря переважно зосереджено поблизу автомобільних доріг та промислових підприємств. У структурі викидів забруднюючих речовин, що завдають шкоди здоров'ю людини, викиди мобільних джерел забруднення збільшуються з року в рік, і частка зростає до 89,9% у 2020 році (рис. 3). В основному це - столичний транспорт, більшість з яких – власні автомобілі. Забруднення повітря є найбільш серйозною екологічною проблемою. Для оцінки якості повітря використовується індекс забруднення повітря (ІЗА), який розраховується шляхом ділення суми середньої концентрації забруднюючої речовини на гранично допустиму концентрацію (ГДК).



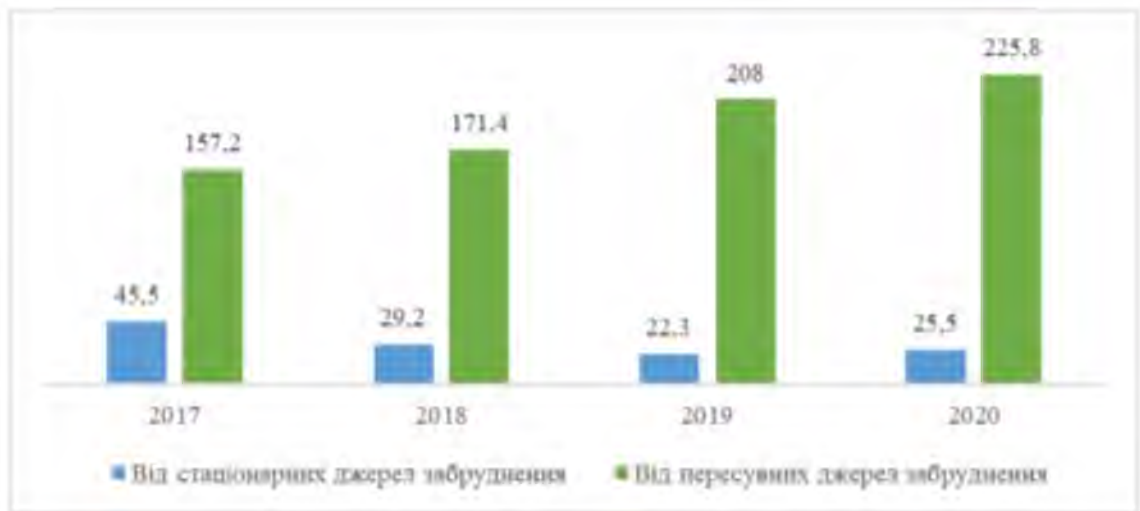


Рис. 3. Динаміка викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря в місті Києві у 2017-2020 роках, тис. т [23]

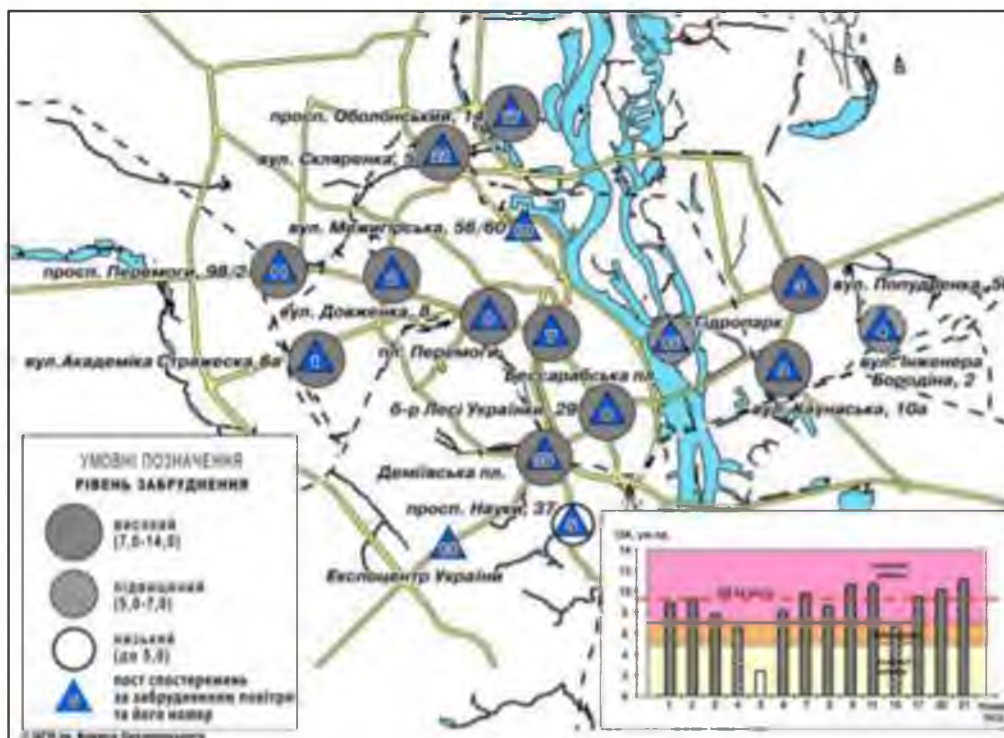
В 2019 році індекс забруднення повітря визначався як високий, через високі концентрації діоксиду азоту, формальдегіду, діоксиду сірки, фенолу і оксид азоту. [24]

На сьогодні система екологічного моніторингу в м. Києві потребує значного технологічного та технічного переоснащення, зміни організаційних засад та забезпечення системного міжвідомчого зв'язку. У той же час у новозбудованих житлових кварталах та передмістях Києва немає спостережень, а існуюча система спостережень враховує обмежений перелік шкідливих забруднювачів. Це не дозволяє своєчасно та адекватно ідентифікувати і усувати екологічні ризики для довкілля та здоров'я людей.

НУ

НУ

НУ



И

И

И

Рис. 4 Рівні забруднення атмосферного повітря на постах спостережень у місті Києві за 2019 рік (за ІЗА)

У 2020 році впроваджено сучасну систему управління якістю повітря - встановлені перші два стаціонарні пости, оснащені необхідним обладнанням та засобами передачі даних. Завдяки цим постам моніторинг якості повітря стає більш точним та достовірним. [25]

НУБІП України

НУБІП України

### 1.6. Заходи щодо охорони атмосферного повітря

Для захисту атмосфери від негативного антропогенного забруднення шкідливими речовинами застосовується цілий ряд заходів, які можна об'єднати у три основні групи:

1. Технологічні заходи
2. Санітарно-технічні заходи
3. Планувальні заходи

НУБІП України

Технологічні заходи. До технологічних заходів охорони повітря відносять перехід на замкнуті технологічні цикли та розвиток безвідходних та маловідходних виробництв. Запобігання утворенню шкідливих викидів – це найефективніший спосіб боротьби із забрудненням атмосфери.

Технологічні заходи на виробництві пов'язані зі створенням безперервних виробничих процесів, централізацією опалення, удосконаленням очищення палива та сировини від шкідливих домішок, пилу, переходом на відносно менш шкідливі види палив або електропривод, рециркуляцією газів, що відходять.

Оскільки основним забруднювачем атмосферного повітря є відпрацьовані гази автомобілів, важливим завданням є створення екологічно чистих видів транспорту. Зокрема, йде пошук екологічно чистішого палива, ніж бензин.

Санітарно-технічні заходи. Санітарно-технічні заходи захисту передбачають спеціальні очисні споруди. На промислових підприємствах повсюдно застосовуються різні методи очищення викидів газів від аерозолів (пилу, золи, сажі) та токсичних газо- та пароподібних домішок (в основному оксидів сірки та азоту).

Ці методи дуже істотно відрізняються за ефективністю, принципом дії установок, обсягами газів, що очищаються, і за різними іншими показниками.

Хоча жоден з них не забезпечує повного вилучення забруднюючих речовин, вони все ж таки здатні суттєво знизити їх концентрацію у викидах, в ідеальному випадку – аж до безпечної для здоров'я людини та стану більшості об'єктів довкілля.

Планувальні заходи включають переважно обґрунтоване взаємне розміщення джерел викидів та селітебних зон. Сюди входить облік під час планування розміщення промзон та міст напряму вітрів.

До планувальних заходів відноситься також:

НУБІП України

- Прокладання автомобільних доріг в обхід населених пунктів.
- Організація внутрішньоміського руху в такий спосіб, щоб у можливості уникати пробок.

Важливою складовою планування є організація навколо підприємств

санітарно-захисних зон, правильне озеленення населених місць, оптимальне

НУБІП України

взаємне розташування житлових кварталів та внутрішньоміських доріг. При озелененні необхідно прагнути до використання найбільш цінних для

очищення повітря і одночасно стійких до забруднення рослин, правильно

розміщувати їх для того, щоб не створювалися непродувні ділянки місцевості, і водночас селітебні зони та джерела викидів були відносно

НУБІП України

взаємно ізольовані. [26]

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА, УМОВИ, МІСЦЕ ТА ОБ'ЄКТИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1. Методи оцінювання концентрацій речовин у повітрі

Для оцінки якості повітря є критерій – їх концентрація, визначається в мкг/м<sup>3</sup>. Концентрація речовини не повинна бути вищою ніж визначене для неї ГДК. Гранично допустима концентрація – це такий максимально можливий показник наявності речовини в середовищі, який був би безпечний для здоров'я та життєдіяльності людини. [27]

Таблиця 1.

Величини гранично допустимих концентрацій забруднювальних речовин в атмосферному повітрі населених місць

№ з/п	Найменування речовини	Величина середньодобової ГДК, мкг/м <sup>3</sup>	Клас небезпеки речовини
1	Чил (завислі речовини)	0,15	3
2	Діоксид сірки	0,05	3
3	Оксид вуглецю	3,0	4
4	Діоксид азоту	0,04	3
5	Оксид азоту	0,06	3
6	Фтористий водень	0,005	2
7	Хлористий водень	0,2	2
8	Аміак	0,04	4
9	Формальдегід	0,003	2

Клас небезпеки речовини – це ступінь дії речовини на організм людини.

Всього існує 4 класи :

- 1 клас – надзвичайно небезпечний
- 2 клас – високонебезпечний

# НУБІП України

- 3 клас – помірно небезпечний
- 4 клас – маленебезпечний [28]

Високі концентрації забрудника в повітрі потребують точної фіксації.

Існують верхній поріг та нижній поріг оцінки. Якщо рівень концентрації забруднюючої речовини перевищує верхній поріг, то фіксовані вимірювання з відбором проб є обов'язковими. Якщо рівень концентрації речовини нижче верхнього порогу – то використовується комбінація фіксованих вимірювань і

методів моделювання або індикативних вимірювань. Якщо концентрація забруднювальної речовини нижче порогу оцінювання, то використовуються методи моделювання чи об'єктивної оцінки. Загалом, існує три режими вимірювання, що поєднують різні методи: для кожної зони та агломерації визначається свій специфічний режим оцінки.

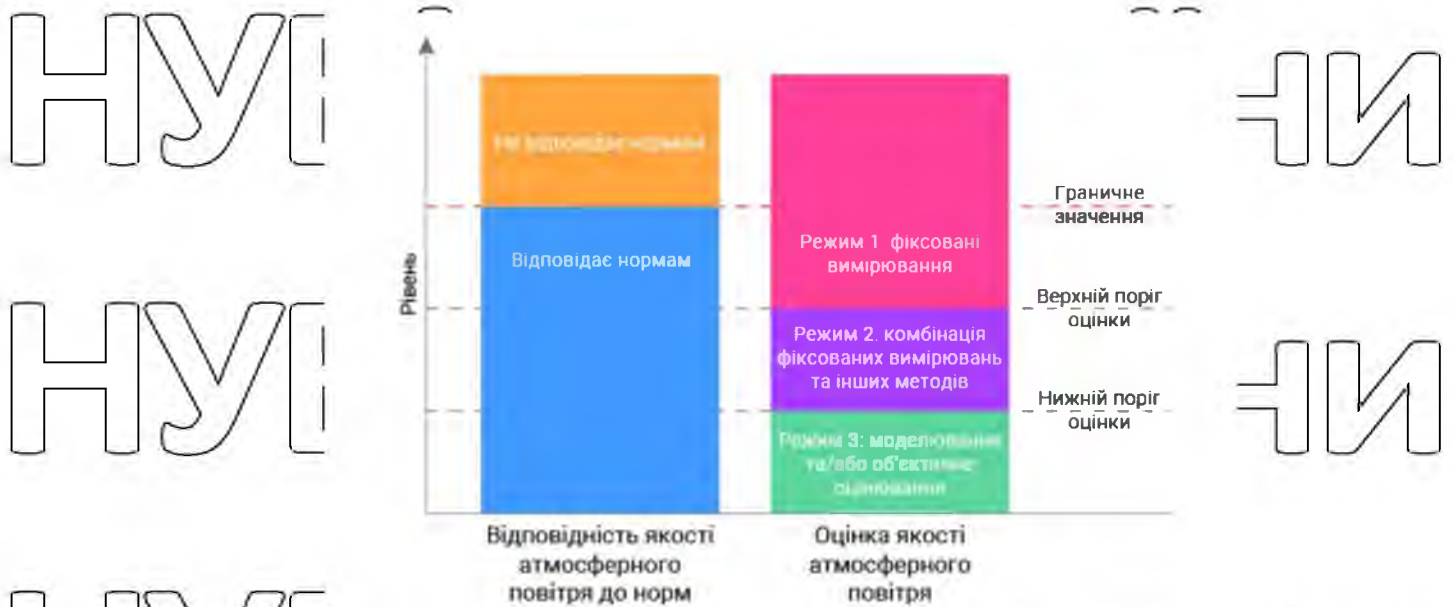
Фіксовані вимірювання поводяться на стаціонарних постах спостережень за якістю атмосферного повітря регулярно.

Метод моделювання – це метод моделювання поширення забруднюючих речовин в повітрі, що здійснюється за допомогою алгоритмів комп'ютерних програм, які можуть імітувати дисперсію забруднювача.

Метод індикативних вимірювань є більш достовірним ніж метод моделювання. Вони відповідають всім вимогам, щодо якості даних, але ці вимоги менш суворі, ніж вимоги до фіксованих вимірювань. [29]

# НУБІП України

# НУБІП України



**Рис. 2** Співвідношення показників верхнього та нижнього порогів оцінки та ГДК

## 2.2. Загальний опис досліджуваної території

Дарницький район міста Києва, розташований в Півобережній частині міста, межує з Дніпровським, Бориспільським та Голосіївським районами.

Площа становить 16% від всієї площі Києва – 12,8 тисяч гектарів.

Середньорічна температура 9,5 °С. Найтепліший місяць липень – 22,4 °С, найхолодніший місяць – січень – -0,5 °С. Середня кількість опадів за рік – 648 мм. Переважаючий напрямок вітру північно-західний. [30]



Рис.5. Дарницький район міста Київ

В цьому районі проживає 12% всього населення міста. Дарницький район продовжує розбудуватись новими житловими комплексами, громадсько-торгівельними та нежитловими приміщеннями. Дарницький район лідирує за кількістю новонароджених уже кілька років. Через це там постійна проблема з переповненими дитячими садками та школами. Так, у 2016 р. тут було найбільше дітей по Києву на одне місце у навчальному закладі – 1,38 особи у садках та 1,52 у школах. Загальна кількість населення офіційно становить 336 тис. людей.

Промисловість Дарницького району представлена 77 підприємствами. Найбільшу частку виробництва займають хімічна та фармацевтична галузі. Також тут функціонують 3 будівельних підприємства, 16 заводів машинобудування та металообробки, 5 карбової та 2 легкої промисловості.



Також тут багато озер, а площа водного басейну майже вдвічі перевищує площу зелених насаджень. До речі, саме у Дарницькому районі найменша зелена зона столиці – лише 3,4 кв. км. [31]

Найнебезпечніші підприємства Дарницького району :

- Філія "Завод "Енергія" ПАТ "Київенерго" ( термічне знешкодження твердих побутових та промислових відходів )
- ТОВ "Євро-Реконструкція" ( Виробництво теплової та електричної енергії для потреб м.Києва )

Бортницька станція аерації (Очищення стічних вод Києва від забруднювальних речовин та обробки затриманих механічних решток (сміття) Завод з переробки твердих побутових відходів ) [32]

### 2.3. Опис місця відбору проб

За місце відбору проб було прийнято 1 км від СЦ «Завод Енергія». СЦ «Завод ЕНЕРГІЯ» КП «КИЇВТЕПЛОЕНЕРГО» розташована на вулиці Колекторна 44 та займає площу в 7,8 гектарів. Завод був спроектований ще в 70-х роках минулого століття, в 1987 році його вже запустили в роботу.

Це єдиний сміттєспалювальний завод в столиці України. Він утилізує 25% твердих побутових відходів та забезпечує гарячою водою та опаленням 300 будинків. Він відноситься до 2 класу небезпечних підприємств, та має санітарно-захисну зону в 0,5 км.

НУБІП України

НУБІП України



**Рис 6. СП «Завод ЕНЕРГІЯ» КП «КИЇВТЕПЛОЕНЕРГО»**

Фактична потужність заводу із спалювання твердих побутових відходів (ТВП) становить 240 тис т. ТВП на рік з розрахунку безперервної щорічної роботи заводу. Кожен день завод спалює близько 800 тон побутових відходів.

Окрім відходів зі смітників жителів міста до заводу привозять сміття комунальні підприємства, такі як Київзеленбуд, Шляхово-експлуатаційне управління та ще 7 перевізників. Завод приймає лише безпечні відходи, відходи ж 4 класу небезпеки (радіоактивні, небезпечні, будівельні) до спалювання не допускаються.

Тверді побутові відходи проходять чотири етапи перевірки :

1. Ваговий, на цьому пункті також встановлений єдиний в Україні пункт радіаційного контролю, який не пропускає відходи, радіаційний стан яких перевищує 30 мікрорентген/годину.

2. Перевірка на наявність будівельних матеріалів та виробів із резини,

листя  
3. При завантаженні відходів у котли. Працівники заводу востаннє перевіряють наявність недозволених предметів в смітті.

#### 4. Відео контроль. [33]

Все, що залишається від спалювання – пил та газ, який виходить через трубу. Відбуваються викиди таких речовин, як : аміак, діоксиду азот, вуглець, фтористий водень, формальдегід, аміак, ангідрид сірчистий,

сірководень, фенол, оксид вуглецю, хлористий водень. Зараз завод може викидати 50 мг пилу на м<sup>3</sup>, то з 2022 року – 10 мг; сірки – 500 мг і 50 мг, відповідно; улову – 30 мг і 10 мг. За концентрацією цих речовин в повітрі біля

«Заводу Енергія» повинен постійно проводити контроль, так як найближчі забудови знаходяться вже в 600 метрах від підприємства і це може мати негативні наслідки для жителів цих забудов. [34]



Рис.7. Місцезнаходження СП «Заводу Енергія»

## 2.4. Методика проведення дослідження

2.4.1. Платформа SaveEcoBot була використана для оцінювання стану якості атмосферного повітря в період з травня 2021 по жовтень 2021 року кожного дня о 7:00, 13:00, 19:00 та 24:00.

Платформа SaveEcoBot – перша в Україні платформа, що збрала інформацію про реєстр ОВД, дозволи на викиди в повітря забруднюючих речовин, данні про дозволи та ліцензії видані на користування природними ресурсами. У 2019 році групою фахівців цієї платформи було встановлено в місті Київ пости спостереження за якістю атмосферного повітря. З цих постів надходить інформація з кожного поста та вираховується індекс якості повітря. [35]

Протягом місяця ми записували дані з цієї платформи, з поста №71, який знаходиться на вулиці Лариси Руденко 15.



Рис.8. Розміщення 71 посту спостереження

Інформація про концентрації речовин збиралась за такими показниками :

- Температура
- Вологість

# НУБІП України

- Концентрація CO
- Концентрація CH<sub>2</sub>O
- Концентрація зважених дрібнодисперсних часточок PM<sub>2.5</sub>
- Концентрація зважених дрібнодисперсних часточок PM<sub>10</sub>

# НУБІП України

Дані на сайті SaveEcoBot надаються також у вигляді діаграм за основними показниками (Рис 6.)



Джерело даних: [savebot.info](https://savebot.info)



# НУБІП України

Рис 9. Дані стану атмосферного повітря за адресою вулиця Раїси Руденко 15

Інформація про концентрацію речовин була проаналізована та сформована в таблиці для подальшого порівняння з даними особистих вимірювань.

# НУБІП України

# НУБІП України

**2.4.2. Вимірювання з використанням аналізатора якості повітря SEM/DT-9881M.** Це прилад, який широко використовується в різноманітних галузях промисловості [36] (рис. 10):



**Рис. 10. Мобільна станція моніторингу SEM/DT-9881M**

Дані збирались з травня по жовтень 2021 року кожного дня о 7:00, 13:00, 19:00 та 24:00 на вулиці Вирлицька в 1 км від Заводу «Енергія» протягом місяця за такими показниками :

- Температура
- Вологість
- Концентрація CO
- Концентрація CH<sub>2</sub>O
- Концентрація зважених дрібнодисперсних часточок PM<sub>2.5</sub>
- Концентрація зважених дрібнодисперсних часточок PM<sub>10</sub>



Рис. 11. Точка вибору даних за допомогою мобільної станції моніторингу СЕМ DT-9881M

Данні були проаналізовані та сформовані в таблиці для подальшого порівняння з даними патформи SaveEcoVo.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

# РОЗДІЛ 3. ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В М. КИЄВІ НА ПРИКЛАДІ ДАРНИЦЬКОГО РАЙОНУ

## 3.1. Обробка даних автоматичних станцій з платформи SaveEcoBot

Протягом 6 місяців (з травня по листопад) 2021 року з платформи SaveEcoBot були відібрані значення концентрацій забруднюючих речовин в повітрі (71 пост спостереження). Всі значення були зведені до середньомісячних значень та виділені максимальні концентрації за місяць (табл.2)

Таблиця 2.  
Середньомісячні показники з платформи SaveEcoBot

Формальдегід					
Місяць	Середнє мкг/м3	Максимальне мкг/м3	Нижній поріг мкг/м3	Верхній поріг мкг/м3	ГДК мкг/м3
5	2,78	4,05	1,50	2,10	3,00
6	3,00	4,02	1,50	2,10	3,00
7	2,47	5,27	1,50	2,10	3,00
8	2,97	4,06	1,50	2,10	3,00
9	2,98	4,03	1,50	2,10	3,00
10	2,54	5,28	1,50	2,10	3,00
СО					
Місяць					
5	208,93	542,20	1500,00	2100,00	3000,00
6	277,51	715,10	1500,00	2100,00	3000,00
7	196,76	722,33	1500,00	2100,00	3000,00
8	212,62	681,56	1500,00	2100,00	3000,00
9	269,8	675,12	1500,00	2100,00	3000,00
10	238,33	722,76	1500,00	2100,00	3000,00
Домішка РМ 2.5					
Місяць					
5	11,91	26,81	12,50	17,50	25,00
6	11,20	25,71	12,50	17,50	25,00
7	13,41	26,10	12,50	17,50	25,00
8	9,94	26,16	12,50	17,50	25,00
9	10,05	22,82	12,50	17,50	25,00
10	13,18	26,84	12,50	17,50	25,00
Домішка РМ 10					
Місяць					
5	14,54	22,82	25,00	35,00	50,00
6	15,60	32,18	25,00	35,00	50,00
7	12,95	25,12	25,00	35,00	50,00
8	13,99	32,18	25,00	35,00	50,00
9	15,30	29,81	25,00	35,00	50,00
10	18,29	36,56	25,00	35,00	50,00



Також була з платформи SaveEcoBot була встановлена температура з травня по жовтень (табл 3)

Таблиця 3.

### Середньомісячна температура з платформи SaveEcoBot

Місяць	Температура °С	
	Середня	Максимальна
5	14,40	25,10
6	21,30	35,50
7	24,60	32,60
8	21,10	33,40
9	13,60	27,00
10	12,50	16,30

### 3.2. Обробка даних отриманих за допомогою аналізатора якості

#### повітря SEM DT-9881M

Протягом 6 місяців (з травня по листопад) 2021 року кожного дня за допомогою аналізатора якості повітря SEM DT-9881M були відібрані значення концентрацій забруднюючих речовин в повітрі. Всі значення були зведені до середньомісячних та виділені максимальні концентрації за місяць.

Середньомісячні показники вимірянні за допомогою аналізатора якості повітря SEM DT-9881M (табл. 4)

# НУБІП України

Таблиця 4.  
Середньомісячні показники виміряні за допомогою аналізатора якості повітря СЕМ DT-9881М

Місяць	Формальдегід				
	Середнє мкг/м <sup>3</sup>	Середнє мкг/м <sup>3</sup>	Середнє мкг/м <sup>3</sup>	Середнє мкг/м <sup>3</sup>	Середнє мкг/м <sup>3</sup>
5	2,81	4,33	1,50	2,10	3,00
6	3,06	4,99	1,50	2,10	3,00
7	2,58	5,55	1,50	2,10	3,00
8	2,97	4,99	1,50	2,10	3,00
9	2,98	4,55	1,50	2,10	3,00
10	2,36	5,11	1,50	2,10	3,00

Місяць	CO				
5	205,92	531,12	1500,00	2100,00	3000,00
6	279,21	712,12	1500,00	2100,00	3000,00
7	194,16	719,91	1500,00	2100,00	3000,00
8	207,13	675,88	1500,00	2100,00	3000,00
9	268,41	681,82	1500,00	2100,00	3000,00
10	226,69	701,91	1500,00	2100,00	3000,00

Місяць	Домішка РМ 2,5				
5	10,72	22,18	12,50	17,50	25,00
6	10,68	22,81	12,50	17,50	25,00
7	12,74	25,81	12,50	17,50	25,00
8	9,25	26,84	12,50	17,50	25,00
9	9,51	21,82	12,50	17,50	25,00
10	14,93	30,13	12,50	17,50	25,00

Місяць	Домішка РМ 10				
5	13,25	24,89	25,00	35,00	50,00
6	16,13	24,89	25,00	35,00	50,00
7	12,11	23,05	25,00	35,00	50,00
8	13,26	23,05	25,00	35,00	50,00
9	15,68	27,01	25,00	35,00	50,00
10	17,78	34,91	25,00	35,00	50,00

Також була з платформи SaveEcoBot була встановлена температура з травня по жовтень (табл. 5)

Таблиця 5.

### Середньомісячні показники виміряні за допомогою аналізатора якості повітря SEM DT-9881M

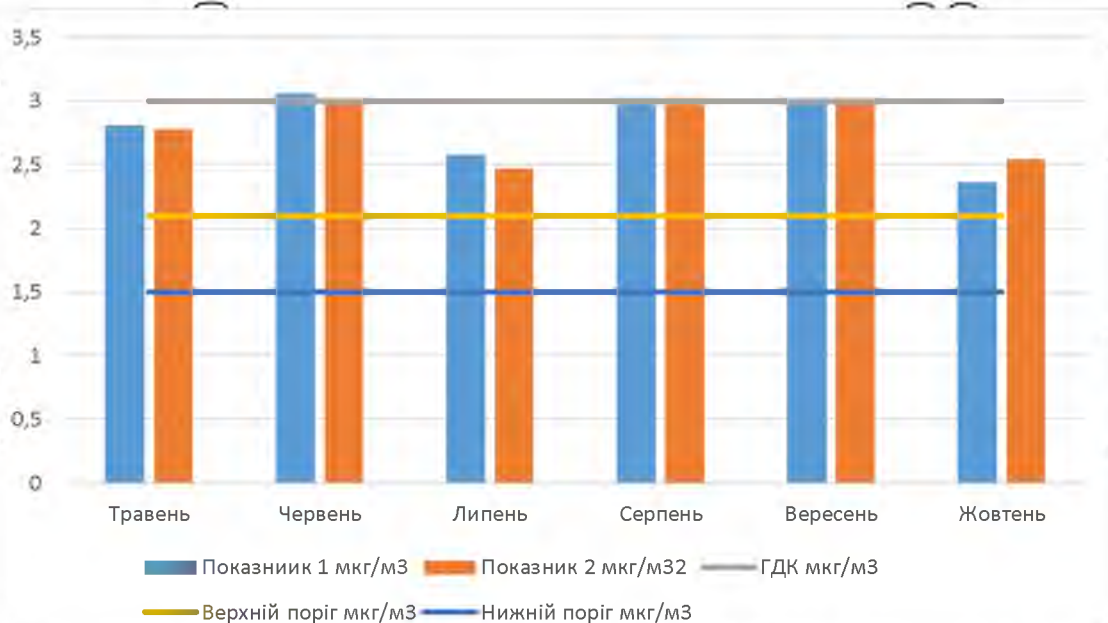
Місяць	Температура °С	
	Середня	Максимальна
5	13,80	24,70
6	22,50	36,30
7	23,80	32,10
8	20,20	31,50
9	14,00	27,30
10	11,90	15,80

### 3.3. Аналіз отриманих даних

На гістограми 1,2,3 та 4 зображена середньомісячна концентрація в повітрі Дарницького району формальдегіду, чадного газу, дрібнодисперсних часточок пилу PM 2.5 та PM 10 відповідно. «Показник 1» - концентрації речовини визначена за допомогою аналізатора якості повітря SEM DT-9881M. «Показник 2» - концентрація речовини визначена з платформи SaveEcoBot.

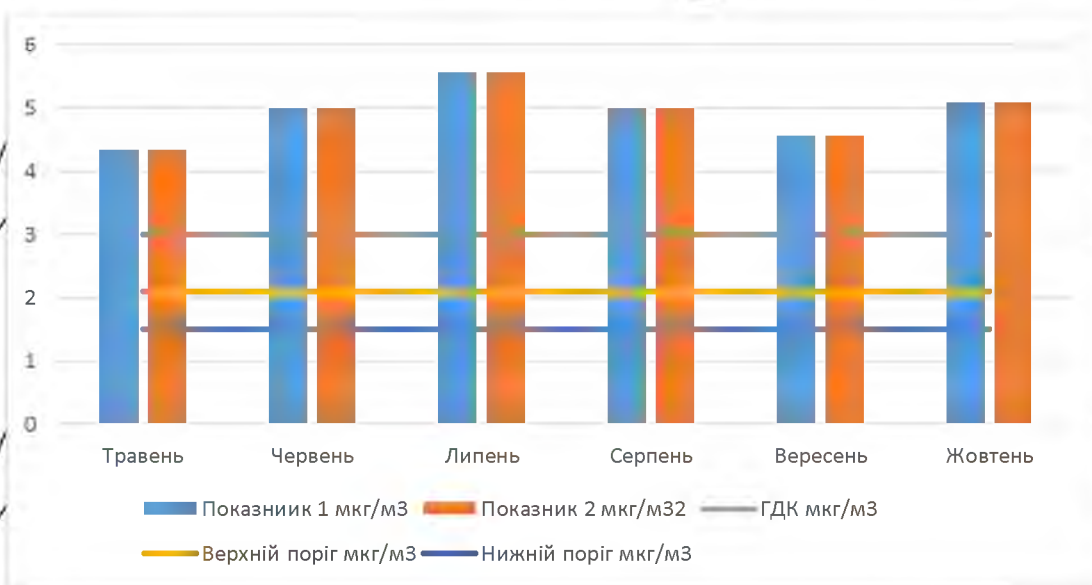
#### 3.3.1. Середньомісячні концентрації формальдегіду представлена на

Рис.12. В червні концентрація була вище ГДК – 3 мкг/м<sup>3</sup> на 1%. В серпні та вересні концентрації граничила з гранично допустимою нормою в 3 мкг/м<sup>3</sup>. В травні концентрація формальдегіду була менше за ГДК на 6,8%, в липні на 15,8% та в жовтні на 18.3%.



**Рис. 12. Середньомісячна концентрація формальдегіду**

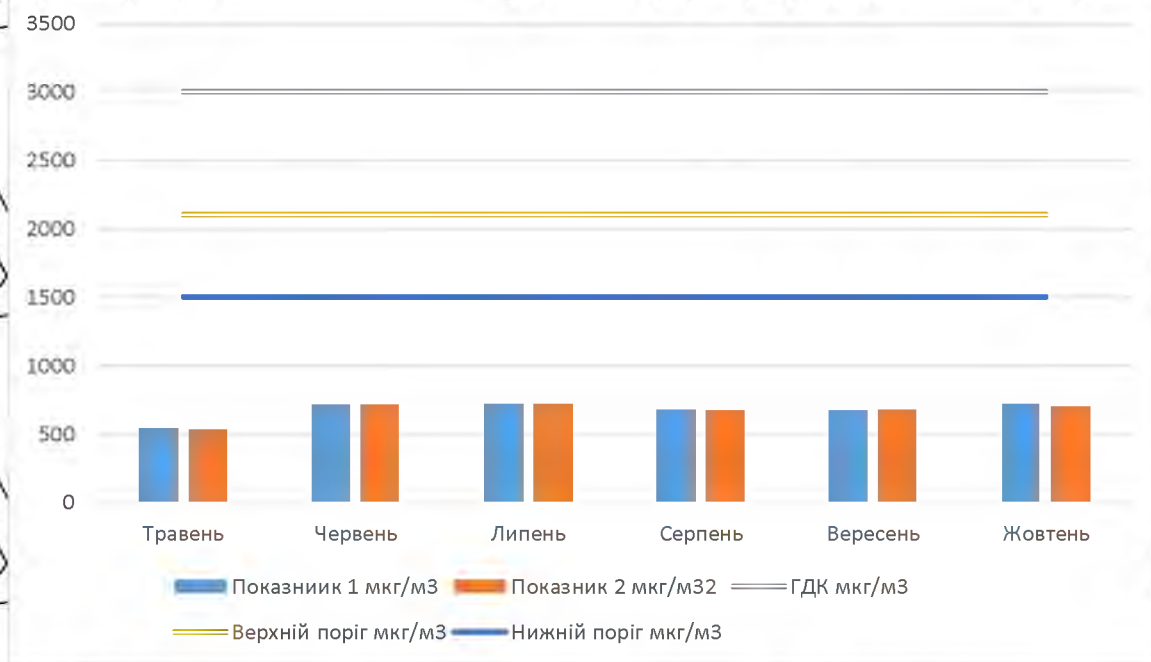
Також, максимальна концентрації формальдегіду (рис. 13) в кожному місяці вище ніж верхній поріг оцінювання – 2,10 мкг/м<sup>3</sup>. В травні на 99,5 %, в червні на 114%, в липні на 158% в серпні на 163 %, в вересні на 164% та в жовтні на 143%.



**Рис. 13. Рівень максимальних концентрацій формальдегіду за кожен місяць.**

Ці данні свідчить про те, що для визначення концентрацій формальдегіду необхідно використовувати фіксовані вимірювання.

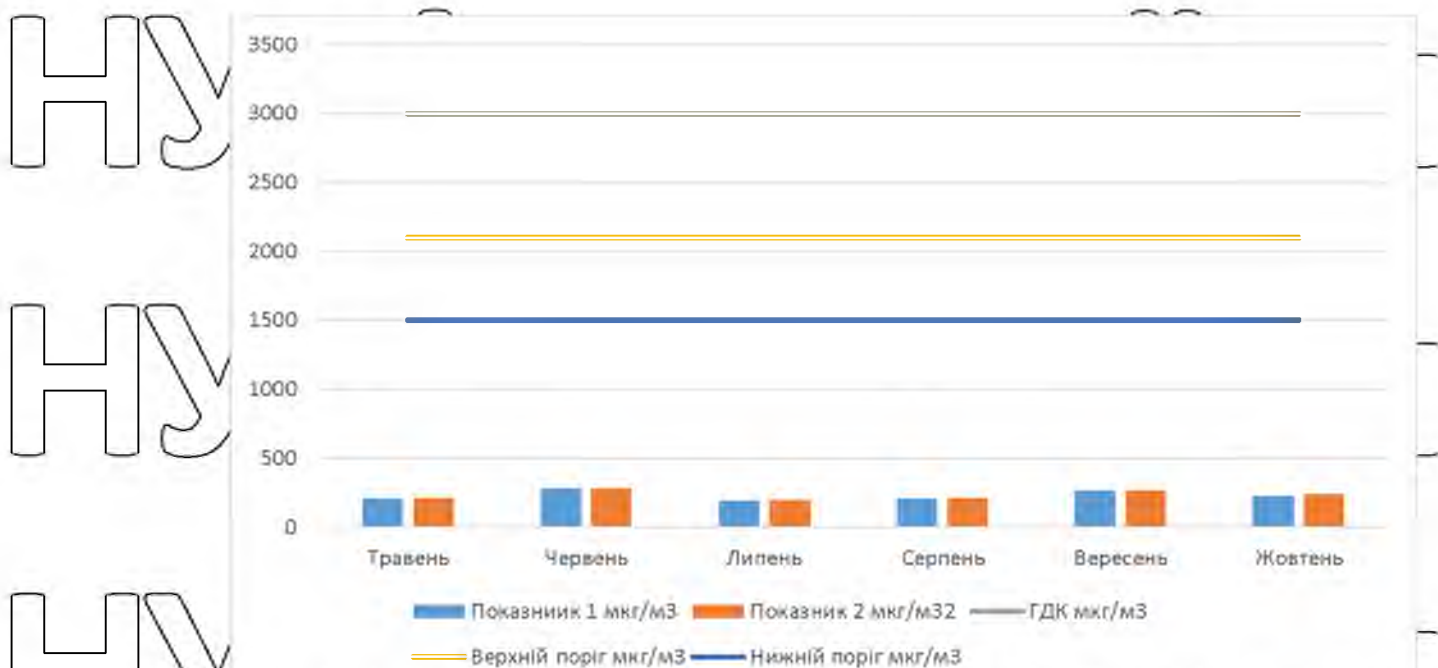
**3.3.2. Середньомісячні концентрації чадного газу** представлені на Рис 14. Протягом 6 місяців не було зафіксовано перевищень концентрацій СО в повітрі Дарницького району. У травні середньомісячна концентрація чадного газу була менше ГДК 3000 мкг/м<sup>3</sup> на 93,08% , в червні на 90,7%, в липні на 93,4%, в серпні на 93%, в вересні на 91,03 % та в жовтні на 92,2%.



**Рис. 14. Середньомісячна концентрація чадного газу**

Також, рівень максимальних концентрацій за кожен місяць не був вище нижнього порогу оцінювання 1500 мкг/м<sup>3</sup> (Рис 15). У травні максимальна концентрація чадного газу була менше нижнього порогу на 64,3% , на 52,42% в червні, в липні на 51,9%, в серпні на 54,7%, в вересні на 54,7% та в жовтні на 52,5%.

Отже для цієї речовини можна застосувати метод моделювання чи об'єктивної оцінки.



**Рис. 15. Рівень максимальних концентрацій чадного газу за кожен місяць.**

### 3.3.3. Середньомісячні концентрації дрібнодисперсних домішок РМ 2.5 представлені на Рис 16.

Протягом 6 місяців не було зафіксовано перевищень концентрацій домішки РМ 2.5 в повітрі Дарницького району. У травні середньомісячна концентрація домішки була менше ГДК 25 мкг/м<sup>3</sup> на 54,8%, в червні на 56,24%, в липні на 47,7%, в серпні на 61,64%, в вересні на 60,88% та в жовтні на 43,78%.

При цьому концентрації речовин в липні та жовтні перетнули нижній поріг оцінювання 12,50 мкг/м<sup>3</sup>. В липні на 4,6% в жовтні на 12,4%. Це свідчить про те, що необхідно використовувати комбінацію фіксованих вимірювань і методів моделювання або індикативних вимірювань.

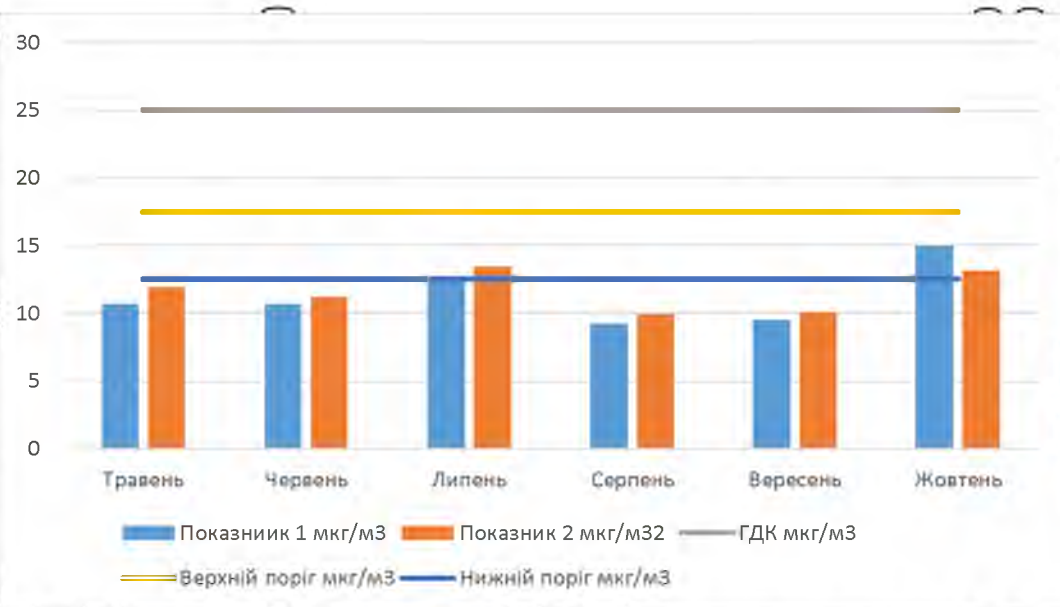


Рис. 16. Середньомісячна концентрація дрібнодисперсних домішок  $PM_{2.5}$

Максимальні концентрації домішки (Рис 17)  $PM_{2.5}$  в кожному місяці перевищували верхній поріг оцінювання 17,50 мкг/м<sup>3</sup> на 40% в травні, в червні на 38,6%, в липні на 48,3%, в серпні на 51,4%, в вересні на 27,5% та в жовтні на 62,8%.

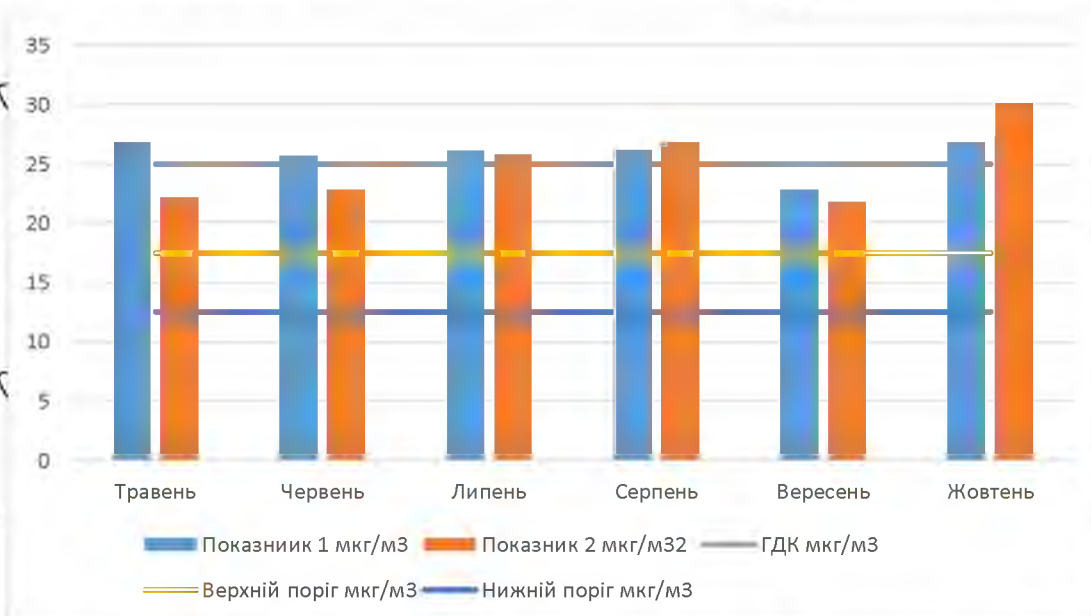


Рис. 17. Рівень максимальних концентрацій домішки  $PM_{2.5}$  за кожен місяць.

3.3.4. Середньомісячні концентрації дрібнодисперсних домішок РМ 10 представлені на Рис 18.

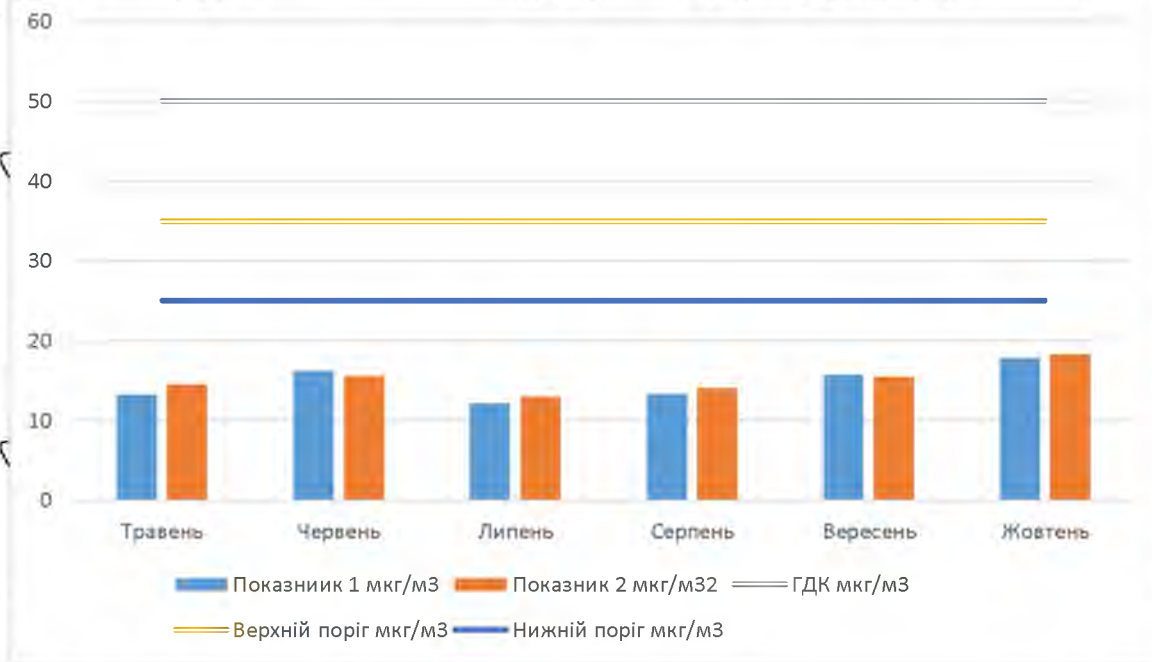
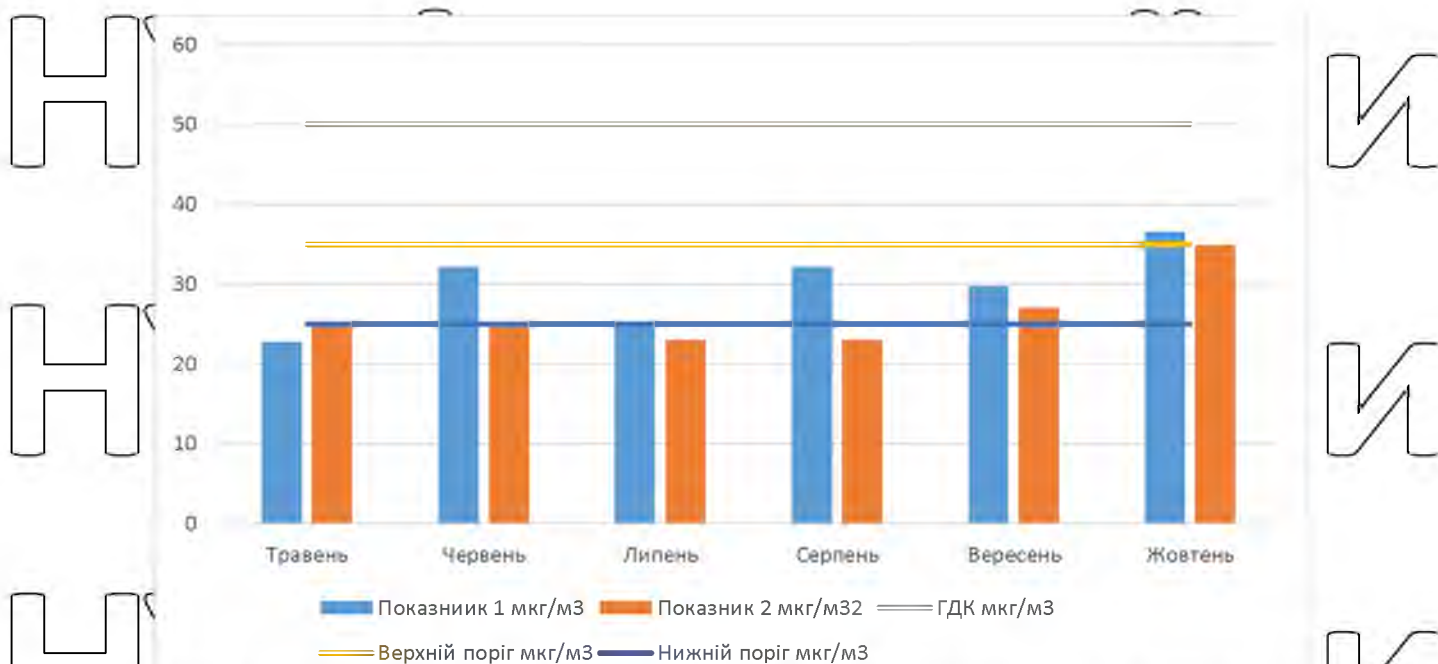


Рис. 18. Середньомісячна концентрація дрібнодисперсних домішок РМ 10

Протягом 6 місяців не було зафіксовано перевищень концентрацій домішки РМ 2.5 в повітрі Дарницького району. У травні середньомісячна концентрація домішки була менше ГДК 50 мкг/м<sup>3</sup> на 72,21%, в червні на 68,37%, в липні на 74,94%, в серпні на 72,75%, в вересні на 68,81% та в жовтні на 63,93%.

При цьому можна зазначити перевищення нижнього порогу оцінювання, якщо звернути увагу на максимальні концентрації за місяць (Рис 19).





**Рис. 10. Рівень максимальних концентрацій домішки PM<sub>10</sub> за кожен місяць.**

Тільки в травні та липні максимальна концентрація гранила з нижнім порогом оцінювання в 25 мкг/м<sup>3</sup>. В червні концентрація домішки буда більше за нижній поріг на 14,4%, в серпні на 10,46%, в вересні на 13,67% та в жовтні на 42,94%.

Це свідчить про те, що необхідно використовувати комбінацію фіксованих вимірювань і методів моделювання або індикативних вимірювань.

НУБІП України

НУБІП України

## ВИСНОВКИ

1. Державна гідрометеорологічна служба, Державна екологічна інспекція, Санітарно-епідеміологічна служба – всі ці установи займається спостереженням за станом атмосферного повітря в місті Київ.

У місті Київ (місто Київ) на цей час встановлено 327 станцій моніторингу стану атмосферного повітря в складі громадської мережі моніторингу. 12 станцій знаходиться в Дарницькому районі. В 2020 році також запустили в роботу новий пост спостереження, який відповідає європейським стандартам,

директивам ЄС та рекомендаціям ВООЗ та має сучасну систему спостереження. Дарницький район вважається одним з найбільш забруднених районів Києва, щодо якості атмосферного повітря. Одним з заводів, що привносять велику частку забруднення є "Завод "Енергія" ПАТ

"Київенерго", ТОВ "Євро-Реконструкція", який викидає в повітря аміак, діоксиду азот, вуглець, фтористий водень, формальдегід, аміак, ангідрид сірчистий, сірководень, фенол, оксид вуглецю, хлористий водень.

2. Були проведені дослідження – обробка даних з платформи SaveEcoBot та особисті вимірювання якості атмосферного повітря за допомогою аналізатора якості повітря SEM DT-9881M. Протягом 6 місяців (травень – жовтень) 2021 року відбирались данні про стан повітря Дарницького району.

Дані з двох джерел показують лише незначні перевищення концентрацій формальдегіду в атмосферному повітрі Дарницького району. Ці данні свідчить про те, що для визначення концентрацій формальдегіду необхідно використовувати фіксовані вимірювання.

Середньомісячні концентрації чадного газу, дрібнодисперсних домішок PM 2.5 та PM 10 не перевищували гранично допустимі норми. Але рівень максимальних концентрацій дрібнодисперсних домішок PM 2.5 та PM 10 перевищували верхній поріг оцінювання.

Максимальні концентрації домішки PM 2.5 в кожному місяці перевищували верхній поріг оцінювання 17,50 мкг/м<sup>3</sup> на 40% в травні, в червні на 38,6%, в липні на 48,3%, в серпні на 51,4%, в вересні на 27,5% та в жовтні на 62,8%.

Тільки в травні та липні максимальна концентрація домішки PM 10 граничила з нижнім порогом оцінювання в 25 мкг/м<sup>3</sup>. В червні концентрація домішки була більше за нижній поріг на 14,4%, в серпні на 10,46%, в вересні на 13,67% та в жовтні на 42,94%.

Це свідчить про необхідність використовувати комбінацію фіксованих вимірювань і методів моделювання або індикативних вимірювань.

Для визначення концентрацій чадного газу можна використовувати такий метод дослідження, як моделювання чи об'єктивне оцінювання, так як його максимальні концентрації не переходили нижній поріг оцінювання.

3. Виходи СП «Завод ЕНЕРГІЯ» КП «КИЇВТЕПЛОЕНЕРГО», що знаходиться на території Дарницького району можуть бути причиною перевищень концентрацій формальдегіду в повітрі Дарницькому районі, так як при діяльності заводу якраз ця речовина викидається в атмосферу.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Джерела забруднення атмосфери URL :  
<https://sites.google.com/site/ekologiacvitu/zahist-naykolisnogo-seredovisa/dzerela-zabrudnenna-atmosferi>

2. Киптенко Е.Н., Баштанник М.П., Козленко Т.В., Жемера Н.С., Трачук Н.О. Оценка состояния загрязнения атмосферного воздуха и его прогнозирование в промышленных городах Украины (на примере г. Луганск). Наукові праці УкрНДГМІ. 2013. Вип. 265. URL :  
[https://uhmi.org.ua/pub/np/265/Kiptenko\\_Bashtannik\\_Kozlenko\\_Zhemera\\_Trachuk\\_265.pdf](https://uhmi.org.ua/pub/np/265/Kiptenko_Bashtannik_Kozlenko_Zhemera_Trachuk_265.pdf)

3. Атмосферне повітря URL : <https://www.zhiva-planeta.org.ua/diyalnist/atmosferne-povitrya.html>

4. Дмитренко, В. П. Экологический мониторинг техносферы : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Техносферная безопасность" (квалификация / степень - бакалавр) / В. П. Дмитренко, Е. В. Сошникова, А. В. Черняев. Изд. 2-е, исправленное. Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2014. — 363 с. : ил., схемы, табл. URL : <https://ua1lib.org/ireader/2891981> )

5. Закон України «Про охорону атмосферного повітря». URL : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2707-12/ed19950411>

6. Баштанник М. П., Жемера Н. С., Киптенко Е. М., Козленко Т. В. Стан забруднення атмосферного повітря над територією України. Наукові праці УкрНДГМІ. 2014. №266. С. 70-93 URL : [https://uhmi.org.ua/pub/np/266/Bashtannik\\_Zhemera\\_Kiptenko\\_Kozlenko\\_266.pdf](https://uhmi.org.ua/pub/np/266/Bashtannik_Zhemera_Kiptenko_Kozlenko_266.pdf)

7. Безуглая Э.Ю. Мониторинг состояния загрязнения атмосферы в городах. – Л.: Гидрометеиздат. – 1986. – 200 с. URL : <https://www.disscat.com/content/otsenka-ekologicheskogo-sostoyaniya-atmosfery-krupnogo-promyshlennogo-tsentra-i-osobennosti>

8. Петренко О.В. Моніторинг довкілля: навч. посіб. / О.В. Петренко, В.О. Павленко. – Київ: ВПЦ «Київський університет», 2015. URL : [http://ir.znau.edu.ua/bitstream/123456789/4390/1/BAP\\_13%20MONIT\\_DOVKI\\_L\\_T1.pdf](http://ir.znau.edu.ua/bitstream/123456789/4390/1/BAP_13%20MONIT_DOVKI_L_T1.pdf)

9. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: Навч. посіб. - 2-ге вид., стер. - К.: Т-во "Знання", КОО, 2002. - 203 с. ISBN 966-620-108-9. URL: <https://www.twinkl.com/file/927914/>

10. Берлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. – Л.: Гидрометеиздат, 1999, 272с. URL : <http://elz.b.rshtu.ru/files/books/pdf/img-099588.pdf>

11. Бызова Н.Л. Рассеяние примеси в пограничном слое атмосферы / М.: Гидрометеиздат, 1999, 192с. URL : [http://window.edu.ru/catalog/pdf2txt/972/55972/27026?p\\_page=24](http://window.edu.ru/catalog/pdf2txt/972/55972/27026?p_page=24)

12. Волошук В., Сринчик М. Глобальний парниковий ефект і кліматичні умови України. Вісник НАН України. 1998. №9. С 43–46 URL : <https://scholar.google.com.ua/citations?user=Wt80-WUAAAAJ&hl=uk>

13. Виснаження озонowego шару URL : [https://stud.com.ua/55150/bzhd/visnazhennya\\_ozonovogo\\_sharu](https://stud.com.ua/55150/bzhd/visnazhennya_ozonovogo_sharu)

14. Кислотні опади в Україні та їх наслідки URL : <https://www.agronimorum.com/blog/kislotni-osadi-v-ukraini-ta-ih-naslidki>

15. Директива 2008/50/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 21 травня 2008 року про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи URL : [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994\\_950#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_950#Text)

16. Стан атмосферного повітря і неінфекційна захворюваність URL : [http://cgz.vn.ua/problematika-gronadskogo-zdorovya/problematika-grcnadskogo-zdorovya\\_455.html](http://cgz.vn.ua/problematika-gronadskogo-zdorovya/problematika-grcnadskogo-zdorovya_455.html)

17. Богомолова А.В. Використання технологій озеленення з метою зниження шумового забруднення міських територій 2018 – 256 с URL : <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/81464>

18. Правова охорона довкілля: сучасний стан та перспективи розвитку : монографія / А. П. Гетьман, А. К. Соколова, Г. В. Ансімова та ін. ; за ред. А. П. Гетьмана. - Х. : Право, 2014. - 784с. URL : <https://pravo-izdat.com.ua/monografiji/pravova-ohorona-dovkillva-suchasniv-standa-perspektivi-rozvitku.html>

19. Екологічний моніторинг довкілля URL : <https://mepc.gov.ua/content/ekologichny-monitoring-dovkillva.html>

20. Наказ про затвердження Положення про Державну гідрометеорологічну службу URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/570-2002-%D0%BF#Text>

21. Положення про Державну екологічну інспекцію Наказ про Затвердження URL : <https://www.kmu.gov.ua/mpas/6872366>

22. Положення про державну санітарно-епідеміологічну службу Міністерства охорони здоров'я України. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0960-02#Text>

23. Паспорт комплексної міської цільової програми екологічного благополуччя міста Києва на 2020-2025 роки URL : <file:///C:/Users/Home/Downloads/%D0%9A%D0%9C%D0%94%D0%90%20%E2%84%96%201926.PDF>

24. Про стан забруднення атмосферного повітря у м. Києві і містах Київській області у вересні 2021 року за даними спостережень ЦГО ім. Бориса Срезневського URL : [http://cgo-sreznevskvi.kyiv.ua/index.php?fi=k\\_zabrud&f=kviv](http://cgo-sreznevskvi.kyiv.ua/index.php?fi=k_zabrud&f=kviv)

25. У столиці вже встановили два пости моніторингу повітря URL : <https://kyivcity.gov.ua/news/vitaliy-kljchko-u-stolitsi-vzhe-vstanovili-dva-posti-monitoringu-povitrya/>

26. Мери по охоране атмосферного воздуха URL : <https://stravocimick.u/ekologiya/prirodopolzovanie-i-ohrana-prirody-zadachi-ohrany-prirody/meri-po-ohrane-atmosferного-vozduha/>

27. Наказ про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених міст URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0156-20#Text>

28. Наказ "Про затвердження Державних санітарних норм та правил "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" від 12.03.2010 N 400 URL : [http://search.ligazakon.ua/l\\_doc2.nsf/link1/TM044061.html](http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/TM044061.html)

29. Постанова деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/827-2019-%D0%BF#Text>

30. Дарницький район. Функціонально-планувальна структура URL : <http://kyivgenplan.grad.gov.ua/darnickij-rajon-funktsionarno-planuvanna-struktura/>

31. Дарницький район URL : <https://www.segodnya.ua/longread/darnitsa/index.html>

32. Перелік підприємств, установ та організацій Дарницького району міста Києва які здійснили повідомну реєстрацію колективних договорів та змін і доповнень до діючих колективних договорів URL : <https://dam.kyivcity.gov.ua/files/2016/8/2/perelik.PDF>

33. Як працює сміттєспалювальний завод "Енергія" у Києві URL : <https://rubryka.com/article/zavod-energia/>

34. Звіт з оцінки впливу на довкілля планованої діяльності за проектом «Технічне переоснащення "Технічне переоснащення СП "Завод "Енергія" КП «КИЇВТЕПЛОЕНЕРГО» на вул. Колекторній, 44 у Дарницькому районі м. Києва в частині системи очищення димових газів" URL : <http://eia.menr.gov.ua/uploads/documents/4781/reports/VVbqWOpqD.pdf>

35. Единственный в Украине экологический чат-бот URL : <https://www.save-robot.com/ru>

36. Аналізатор якості повітря CEM DT-9881 URL : <https://simvolt.ua/analizator-kachestva-vozduha-cem-dt-9881-ua.html/>