

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавра

на тему

СТРУКТУРА І ДИНАМІКА ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

М. ХАРКІВ

Виконав: студент 4 курсу, групи ДЕ – 41

спеціальності : 101 «Екологія»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Автор _____ / Андрій КРОТЬКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник _____ / Надія МАКСИМЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

Рецензент _____ / _____
(підпис) (ім'я та прізвище)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри _____ / Надія МАКСИМЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

Нормоконтроль _____ / Юлія МІРОШНИК
(підпис) (ім'я та прізвище)

Секретар ЕК _____ / Раїса САВІЦЬКА
(підпис) (ім'я та прізвище)

Харків – 2021 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені В. Н. КАРАЗІНА

Навчально-науковий інститут екології
Кафедра екологічного моніторингу та заповідної справи
Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) бакалавр
Спеціальність 101 Екологія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ / проф. Надія МАКСИМЕНКО
підпис ім'я та прізвище
“26” травня 2020 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ПРОЕКТ)

Андрію КРОТЬКУ

(ім'я та прізвище)

1. Тема роботи Структура і динаміка забруднення атмосферного повітря
м. Харків

керівник роботи Надія Максименко, доктор географічних наук, професор

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

затверджені наказом по університету від «15» березня 2021 року № 0210-05/467

2. Строк подання студентом роботи _____ 27 квітня 2021 року

3. Перелік питань, які потрібно розробити

1. Аналіз наукових досліджень в сфері забруднення атмосферного повітря м. Харків;
2. Методика проведення спостереження за станом атмосферного повітря м. Харків;
3. Встановлення основних забруднювачів атмосферного повітря м. Харків;
4. Аналіз структури забруднення атмосфери м. Харків;
5. Аналіз динаміки забруднення атмосферного повітря м. Харків;

6. Формування висновків.

4. План роботи

№ з/п	Назви етапів роботи
1	Огляд літератури в сфері забруднення атмосферного повітря
2	Вивчення методики спостереження за станом атмосферного повітря в м. Харків
3	Збір статистичних даних та аналіз структури та динаміка забруднення атмосфери в м. Харків

5. Дата видачі завдання 20 травня 2020 року

Студент

підпис

Андрій КРОТЬКО

ім'я і прізвище

Керівник роботи

підпис

проф. Надія МАКСИМЕНКО

посада, ім'я і прізвище

АНОТАЦІЯ

СТРУКТУРА І ДИНАМІКА ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

М. ХАРКІВ

Андрій КРОТЬКО

Кваліфікаційна робота «Структура і динаміка забруднення атмосферного повітря м. Харків» містить 34 сторінки, 3 розділи, 3 таблиці, 22 рисунки, 1 формулу та 15 використаних джерел.

Мета роботи: дослідження структури та динаміки забруднення атмосферного повітря міста Харків.

Актуальність теми: в місті Харків основними забруднювачами атмосферного повітря є промислові підприємства та пересувні джерела, але розподіл забруднення є нерівномірним за всією територією міста. Тому важливо знати концентрації забруднюючих речовин в усіх районах, щоб оперативно реагувати на зміни вмісту поллютантів в атмосфері.

Завдання роботи:

1. Визначення джерел забруднення повітря м. Харків.
2. Аналіз фондових матеріалів Харківського регіонального центру з гідрометеорології щодо забруднення повітря.
3. Визначення структури забруднення атмосферного повітря.
4. Визначення динаміки забруднення повітря м. Харків.

Методи : математико-статистичні методи та методи моделювання.

Результати. Під час аналізу даних за вмістом забруднюючих речовин в повітрі м. Харків за 2014–2019 роки встановлено, що концентрації всіх речовин з 2014 року до 2016–2017 збільшувалися, а з 2018 почали зменшуватись. Також виділено пункт спостереження за забрудненням атмосферного повітря, який має найвищі показники за всіма речовинами – це ПСЗ № 13, який знаходиться в районі Іванівки. Особливістю цього району є розташування в низовині та велика кількість промислових підприємств.

ПОВІТРЯ, ЗАБРУДНЮЮЧІ РЕЧОВИНИ, ГДК, ПСЗ, ІНДЕКС ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ, СЕРЕДНЬОРІЧНИЙ ВМІСТ, СТРУКТУРА ЗАБРУДНЕННЯ

ABSTRACT

STRUCTURE AND DYNAMICS OF ATMOSPHERIC AIR POLLUTION

C. KHARKIV

Andriy KROTKO

Qualification work «Structure and dynamics of atmospheric air pollution c. Kharkiv» contains 34 pages, 3 sections, 3 tables, 22 figures, 1 formula and 15 sources used.

Purpose: structure and dynamics of air pollution in city of Kharkiv.

Relevance of the topic: in the city of Kharkiv the main air pollutants are industrial enterprises and mobile sources, but the distribution of pollution is uneven throughout the city. Therefore, it is important to know the concentrations of pollutants in all areas to respond quickly to changes in pollutants in the atmosphere.

The objectives of the study were to process the materials of the Kharkiv Regional Center for Hydrometeorology on air pollution and determine the structure and dynamics of air pollution in Kharkiv for 2014–2019.

Methods : mathematical and statistical methods and modeling methods.

Results. During the analysis of data on the content of pollutants in the air of Kharkiv for 2014–2019, it was found that the concentrations of all substances from 2014 to 2016–2017 increased, and from 2018 began to decrease. There was also an observation point for air pollution, which has the highest rates for all substances - it is PSZ № 13, located in the area of Ivanivka. The peculiarity of this area is the location in the lowlands and a large number of industrial enterprises.

AIR, POLLUTANTS, MPC, PSZ, ATMOSPHERIC POLLUTION INDEX,
AVERAGE ANNUAL CONTENT, POLLUTION STRUCTURE

АННОТАЦИЯ

**СТРУКТУРА И ДИНАМИКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО
ВОЗДУХА Г. ХАРЬКОВ**

Андрей КРОТЬКО

Квалификационная работа «Структура и динамика загрязнения атмосферного воздуха г. Харьков» содержит 34 страницы, 3 главы, 3 таблицы, 22 рисунка, 1 формулу и 15 использованных источников.

Цель работы: исследование структуры и динамики загрязнения атмосферного воздуха города Харькова.

Актуальность темы: в городе Харьков основными загрязнителями атмосферного воздуха являются промышленные предприятия и передвижные источники, но распределение загрязнения неравномерное по всей территории города. Поэтому важно знать концентрации загрязняющих веществ во всех районах, чтобы оперативно реагировать на изменения поллютантов в атмосфере.

Задачи исследования заключались в анализе материалов Харьковского регионального центра по гидрометеорологии относительно загрязнения воздуха и определении структуры и динамики загрязнения воздуха в г. Харьков за 2014–2019 года.

Методы: математико-статистические методы и методы моделирования.

Результаты. При анализе данных по содержанию загрязняющих веществ в воздухе г. Харьков за 2014–2019 годы установлено, что концентрации всех веществ с 2014 по 2016–2017 г. увеличивались, а с 2018 начала уменьшаться. Также выделен пункт наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха, который имеет высокие показатели по всем веществам – ПНЗ № 13, который находится в районе Ивановки. Особенностью этого района является расположение в низменности и большое количество промышленных предприятий.

ВОЗДУХ, ЗАГРЯЗНЯЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА, ПДК, ПНЗ, ИНДЕКС
ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ, СРЕДНЕГОДОВОЕ СОДЕРЖАНИЕ,
СТРУКТУРА ЗАГРЯЗНЕНИЯ

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ В СФЕРІ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ	9
РОЗДІЛ 2 СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА СТАНОМ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В М. ХАРКІВ	12
РОЗДІЛ 3 СТРУКТУРА ТА ДИНАМІКА ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ В М. ХАРКІВ	16
3.1 Структура забруднення атмосфери в м. Харків	16
3.2 Динаміка забруднення атмосфери м. Харків	22
ВИСНОВКИ	39
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	40

ВСТУП

Актуальність дослідження. В місті Харків основними забруднювачами атмосферного повітря є промислові підприємства та пересувні джерела, транспорт. Але розподіл забруднення є нерівномірним за всією територією міста. Це пояснюється різною концентрацією або відсутністю, промислових підприємств у різних районах міста, різною розгалуженістю транспортних шляхів та фізико-географічним положенням районів. Наприклад, на понижених ділянках рельєфу в заплаві р. Харків, Лопань чи Уди відбувається застій повітря і, як наслідок, накопичення забруднення, а на вододільних просторах переважають процеси самоочищення атмосфери. Внаслідок цього в окремих районах міста спостерігаються підвищені концентрації забруднюючих атмосферне повітря речовин, про що свідчать дані щорічних спостережень за забрудненням повітряного басейну, що проводяться Харківським регіональним центром з гідрометеорології.

Мета роботи – дослідження структури та динаміки забруднення атмосферного повітря міста Харків.

Завдання роботи:

- Визначення джерел забруднення повітря м. Харків.
- Аналіз фондових матеріалів Харківського регіонального центру з гідрометеорології щодо забруднення повітря.
- Визначення структури забруднення атмосферного повітря.
- Визначення динаміки забруднення повітря м. Харків.

Об'єктом дослідження кваліфікаційної роботи є забруднення атмосферного повітря.

Предмет дослідження кваліфікаційної роботи – динаміка забруднення атмосферного повітря.

Методи дослідження. Для проведення роботи застосовувалися такі методи дослідження : метод наукового аналізу, синтезу, математико-статистичні методи та методи моделювання.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ В СФЕРІ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

В Україні дослідження забруднення атмосферного повітря є доволі розповсюдженим явищем. Майже для кожного міста нашої країни існують праці, в яких науковці освітлюють проблеми повітряного басейну. І це не дивно, адже обсяги викидів забруднюючих речовин залишаються високими (3866,7 тис. т у 2018 році), незважаючи на щорічне їх зменшення. Згідно з Національною доповіддю про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2018 році, найбільші викиди від стаціонарних джерел у 2018 році спостерігались у Донецькій області 790,2 тис. т або 31,5 % від загального обсягу по країні, Дніпропетровській – 614,3 тис. т або 24,5 % та Івано-Франківській області – 221,4 тис. т або 8,8 % [1].

Найчастіше в своїх роботах науковці визначають концентрацію забруднюючих речовин у повітрі, їх динаміку або оцінюють екологічний ризик від вмісту поллютантів в атмосфері. Так за останні роки, по місту Харкову та області були такі роботи як : «Аналіз та оцінка рівня забруднення атмосферного повітря м. Харків» за авторством Бекетова В. Є., Євтухової Г. П. та Ломакіна О. С. [2]; «Оцінка якості атмосферного повітря на основних автостанціях м. Харків» Кулика М. І. та Іваха Ю. А. [3]; та «Структура і динаміка забруднення атмосферного повітря Харківської області» авторами якої є Максименко Н. В., Різник К. Ю. та Александрова А. С. [4]. Важливо відмітити, що всі автори у своїх працях застосовували методи теоретичного аналізу та синтезу, статистичні методи та методи моделювання

Бекетов В. Є. у своїй публікації аналізував стан атмосферного повітря м. Харків за період 2010–2015 років, використовуючи дані Харківського регіонального центру з гідрометеорології. В його роботі було визначено основні, забруднюючі повітря м. Харків, речовини (формальдегід, пил, оксид вуглецю, сажа, фенол та діоксид азоту) і їх внесок у загальний рівень забруднення атмосфери, а також проведено порівняльний аналіз рівня забруднення повітряного басейну в різних районах міста. Бекетов дійшов висновку, що «якість

атмосферного повітря в місті за шкалою індексів забруднення відповідає оцінці «слабко забруднений» [2], а найбільш забрудненим (станом на 2015 рік) є Шевченківський район (вул. 23 Серпня, 34 – ПСЗ № 9). Ним також було встановлено динаміку забруднення атмосферного повітря : в 2010–2013 роках була позитивна тенденція щодо зниження рівня забруднення, а в 2013–2015 роках відбувалося зростання рівня забруднення [2].

В роботі «Оцінка якості атмосферного повітря на основних автостанціях м. Харків» Кулика М. І. та Івах Ю. А. визначався стан якості атмосферного повітря міста на основних автостанціях Харкова. Особливістю даної роботи є визначення вмісту пилу, оксиду вуглецю та діоксиду азоту не на стаціонарних пунктах спостереження, а на автостанціях, що дає можливість оцінити рівень забруднення безпосередньо в місцях з найбільшим автомобільним трафіком. Вони встановили, що на більшості автостанціях було перевищення ГДК, і вважають, що це пов'язано з наявністю стаціонарних джерел забруднення, високою інтенсивністю руху транспорту та недостатньою кількістю зелених насаджень [3].

Робота Максименко Н. В., Різник К. Ю. та Александрової А. С. «Структура і динаміка забруднення атмосферного повітря Харківської області» направлена на визначення динаміки викидів забруднюючих речовин за всією областю в проміжку з 1990 по 2013 рік і визначення галузей економіки, які мають найбільший вклад у забруднення атмосферного повітря. Ними було встановлено, що серед стаціонарних джерел забруднення найбільшу частку мають виробництво та розподілення електроенергії, газу та води. Також з'ясували, що «стаціонарні джерела викидають найбільше діоксиду вуглецю, а від авіаційного, залізничного та іншого транспорту найбільше викидається оксиду азоту і оксиду вуглецю» [4].

Але в основу даної роботи покладено минулорічну працю Максименко Н., Волкової Л. та Кротька А. «Просторово-часова оцінка екологічного ризику від забруднення атмосферного повітря м. Харкова». В даній роботі на основі даних Харківського регіонального гідрометеорологічного центру було проведено просторово-часову оцінку забруднення атмосферного повітря за 2014–2018 роки та розраховано величини екологічного ризику забруднення конкретними речовинами.

Вони дійшли висновку, що за останні 5 років тенденція до зниження вмісту відзначається у діоксиду сірки. Стабілізувався рівень забруднення за вмістом пилу, оксиду вуглецю, діоксиду азоту, фенолу, формальдегіду, кадмію, хрому та оксиду азоту. Тенденцію до погіршення мають сірководень, аміак, сажа, залізо, марганець, мідь, нікель, свинець та хром [5]. Автори також визначили, що найбільш забрудненим районом є Іванівка (ПСЗ № 13), яка згідно з даною працею і на 2019 рік залишається найбільш забрудненим районом.

Таким чином, ця кваліфікаційна робота поглиблює і розширює вищеназвані праці. В ній проводиться дослідження динаміки забруднення атмосферного повітря в проміжку з 2014 по 2019 рік. Також, в даній праці враховано структуру забруднення повітряного басейну міста Харків за 2014–2019 роки, що дає можливість встановити, які галузі економіки є найбільшими забруднювачами за встановлені роки.

РОЗДІЛ 2

СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА СТАНОМ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В М. ХАРКІВ

У м. Харкові систематичні спостереження за вмістом шкідливих речовин в атмосферному повітрі проводяться на 10 стаціонарних постах (ПСЗ) з періодичністю відбору проб 6 днів на тиждень, 2–4 рази на добу (рис. 1.1). Визначається 20 забруднюючих домішок. Стаціонарні пости обладнані комплектними лабораторіями «ПОСТ-1» та «ПОСТ-2» (рис. 1.2) [6].



Рис. 1.1 – Мережа спостережень Харківського регіонального центру з гідрометеорології

Стаціонарний пост спостереження призначений для регулярного відбору проб повітря з метою подальшого лабораторного аналізу, безперервного

реєстрування вмісту забруднювальних речовин автоматичними газоаналізаторами. Мережа стаціонарних постів обладнана приміщеннями типу «ПОСТ» – утепленими дюралевими павільйонами, в яких встановлені комплекти приладів та обладнання для відбору проб повітря і вимірювання метеорологічних параметрів : температури, вологості, швидкості та напрямку вітру. Діючі типи павільйонів «ПОСТ-1», «ПОСТ-2», «ПОСТ-2а» відрізняються продуктивністю та ступенем автоматизації. Найпоширенішими є лабораторії типу «Пост-2» [7].



Рис. 1.2 – Стаціонарний пост спостереження за станом атмосферного повітря

Лабораторію комплектну типу «ПОСТ-2» використовують для стаціонарних спостережень за рівнем забруднення атмосферного повітря, а також для з'ясування метеорологічних характеристик. Вона забезпечує автоматичне вимірювання та фіксування на діаграмній стрічці концентрацій оксиду вуглецю та діоксиду сірки; автоматичний відбір 33 проб повітря для визначення 5 газоподібних домішок, сажі та пилу; ручний відбір 5 проб повітря на вміст газоподібних домішок, сажі та пилу; автоматичне вимірювання і реєстрацію напрямку та швидкості вітру, температури ($-50... +50^{\circ}\text{C}$), вологості

атмосферного повітря (0...100 %); контроль за температурою, вологістю і тиском атмосферного повітря за допомогою переносних приладів [7].

Комплект її технічних засобів містить:

- металевий каркас (павільйон) із зовнішніми та внутрішніми допоміжними пристроями;
- прилади автоматичного контролю концентрацій забруднювальних речовин : газоаналізатори типу ГМК-3 (для визначення оксиду вуглецю) і типу ГКП-1 (для діоксиду сірки);
- - групу приладів для автоматичного та ручного відбору проб повітря на вміст газоподібних домішок, сажі та пилу: електроаспіратори типу ЕА-1, ЕА-2, ЕА-2С і автоматичний повітровідбирач «Компонент»;
- групу приладів для автоматичного і ручного контролю метеопараметрів: анеморумбограф типу М63МР, датчики температури і вологості [7].

Лабораторію «ПОСТ-2» обслуговує оператор, який реєструє значення температури, вологості, тиску. Вона може працювати в безперервному режимі або з перервами при півгодинному обслуговуванні оператором 2...4 рази на добу, одночасно контролюючи вміст у повітрі 2 забруднювальних речовин. За одне обслуговування забезпечується одночасний відбір 38 проб (за автоматичного відбору – 33, ручного – 5 проб). «ПОСТ-2» контролює 7 метеопараметрів (4 – при автоматичному вимірюванні з реєстрацією, 3 – при візуальному). Продуктивність лабораторії за чотириразового обслуговування протягом доби становить 50 тис. проб/год., середній термін служби – 10 років [7].

Серед стаціонарних постів виокремлюють опорні стаціонарні пости, призначені для виявлення довготривалих змін вмісту основних або найпоширеніших забруднювальних речовин, та неопорні стаціонарні пости, призначені для спостережень за спеціальними, характерними для контрольованої місцевості, шкідливими речовинами. Кількість стаціонарних постів визначають залежно від чисельності населення (табл. 1.1), рельєфу місцевості, особливостей промисловості, змін концентрацій забруднювальних речовин [7].

Визначення кількості стаціонарних постів

Чисельність населення, тис. осіб	<50	50-100	100-200	200-500	500-1000	1000-2000	>2000
Кількість постів, шт.	1	2	3	3-5	5-10	10-15	15-20

Стаціонарні пости спостережень можуть встановлюватись в житловій, промисловій, змішаній зонах та біля автомагістралей [7].

Комплексний індекс забруднення атмосфери (ІЗА) застосовується для порівняльної оцінки забрудненості окремих районів, окремо взятих міст зі встановленням їх пріоритетності за рівнем і тенденціями забрудненості. Він є відносним показником, величина якого залежить від концентрації речовини в аналізованій точці, його гранично допустимої концентрації (ГДК) і кількості речовин, що забруднюють атмосферу [8].

Ступінь забрудненості атмосфери однією речовиною виражається в загальному вигляді через парціальний індекс забрудненості (ІЗА), який розраховується за формулою (формула 2.1):

$$ІЗА = \frac{C_i^{a_i}}{ГДК_i}, \quad (2.1)$$

де C_i – середня концентрація речовини, мг/м³;

$ГДК_i$ – середньодобова гранично допустима концентрація речовини, мг/м³;

a_i – безрозмірна константа приведення ступеня шкідливості речовини до шкідливості діоксиду сірки (a_i , I класу дорівнює 1,7; a_i , II класу – 1,3; a_i , III класу – 1,0; a_i , IV класу – 0,9) [8].

РОЗДІЛ 3

СТРУКТУРА ТА ДИНАМІКА ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ В М. ХАРКІВ

3.1 Структура забруднення атмосфери в м. Харків

У 2014 році найбільший вклад в забруднення атмосфери м. Харків мають викиди автотранспорту, виробництво електроенергії та обробна промисловість [9].

Пересувні джерела забруднення мають значні показники викидів шкідливих речовин, за 2014 рік викиди склали 112,6 тис. т. Такі високі рівні забруднення пояснюються експлуатацією технічно застарілого автомобільного парку, аварійним станом доріг, невідпрацьованими режимами швидкості руху [9].

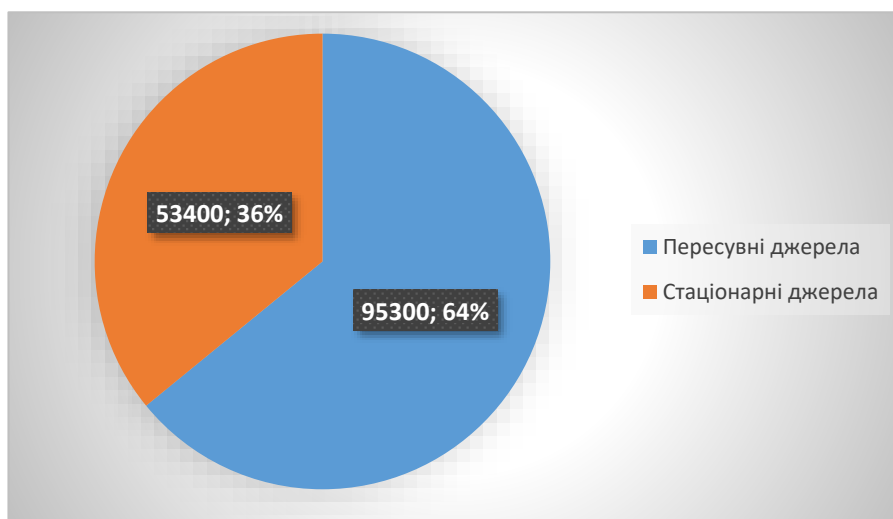


Рис. 3.1 – Динаміка викидів забруднюючих речовин у 2014 році

Викиди в атмосферне повітря стаціонарними джерелами у 2014 році склали 150,501 тис. т. Найбільший вклад в забруднення атмосфери серед стаціонарних джерел належить енергетиці за 2014 рік викиди склали 136,072 тис. т. Також до найбільших забруднювачів в промисловості належать видобуток і розподіл викопного палива та геотермальної енергії (9,799 тис. т), виробничі процеси (1,858 тис. т), обробка та видалення відходів (1,101 тис. т), використання розчинників та інших продуктів (0,991 тис. т) та сільське і лісове господарство, землекористування та зміна лісової біомаси (0,6801 тис. т) (рис. 3.1, рис. 3.2) [9].



Рис. 3.2 – Структура забруднення повітря в м. Харків у 2014 році

У 2015 році найбільшими забруднювачами атмосфери в Харкові були енергетика та викиди автотранспорту [10].

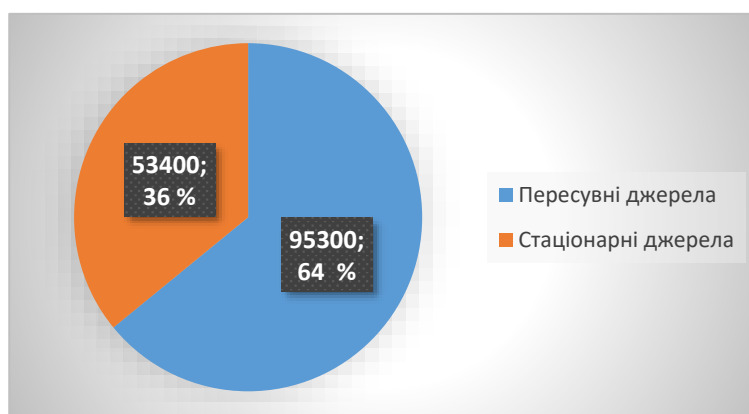


Рис. 3.3 – Динаміка викидів забруднюючих речовин у 2015 році

Викиди від пересувних джерел забруднення у 2015 році склали 95,3 тис. т. До головних причин таких великих показників відносяться згадані вище експлуатація технічно застарілого автомобільного парку, аварійний стан доріг, невідпрацьовані режими швидкості руху, а також постійне збільшення кількості автотранспорту [10].

Викиди від стаціонарних джерел за 2015 рік склали 53,4 тис. т. Серед них найбільше викидів було отримано від постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря – 32,279 тис. т. Серед інших забруднювачів є наземний і трубопровідний транспорт (5,591 тис. т), добування сирової нафти та природного газу (5,241 тис. т), сільське господарство, мисливство та надання пов'язаних із ними послуг (1,794 тис. т) та виробництво харчових продуктів (1,493 тис. т) (рис. 3.3, рис. 3.4) [10].

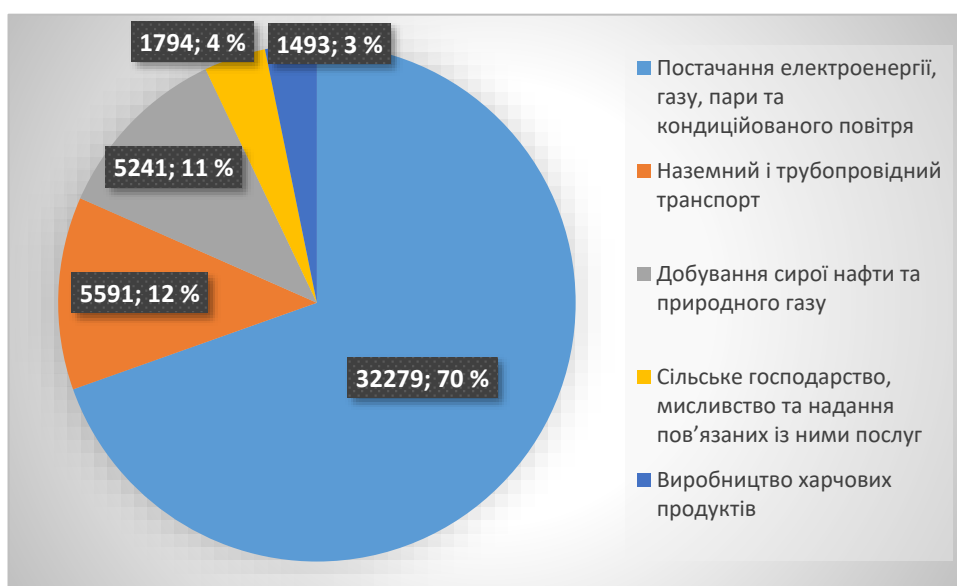


Рис. 3.4 – Структура забруднення повітря в м. Харків у 2015 році

У 2016 році найбільшими забруднювачами атмосферного повітря були енергетика та викиди автотранспорту [11].

З 2016 року викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря від пересувних джерел не здійснюються.

Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення у 2016 році склали 100,2 тис. т. Найбільшим забруднювачем атмосферного повітря у 2016 році стало постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря – 77,9599 тис. т. Також високі показники викидів було зафіксовано для добування сирової нафти та природного газу (7,087 тис. т), наземного та трубопровідного транспорту (4,615 тис. т), виробництва харчових продуктів (1,792 тис. т), сільського господарства, мисливства та надання

пов'язаних із ними послуг (1,626 тис. т) та інші види діяльності (7,095 тис. т) (рис. 3.5) [11].

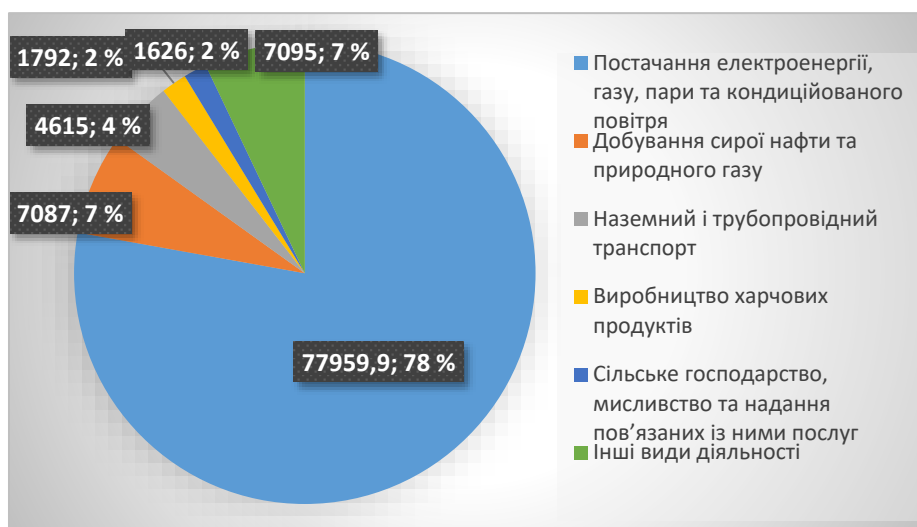


Рис. 3.5 – Структура забруднення повітря в м. Харків у 2016 році

У 2017 році найбільші обсяги викидів забруднюючих речовин було зафіксовано від крупних промислових підприємств, в першу чергу, від паливно-енергетичного комплексу, машинобудівного, коксового та хімічного виробництв, а також від автотранспорту [12].

За 2017 рік у атмосферне повітря було викинуто 44955,6 т забруднюючих речовин. Найбільше викидів було отримано від таких видів економічної діяльності, як постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря (19227,6 т); добувна промисловість і розроблення кар'єрів (10999,1 т); переробна промисловість (6614,2 т); транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність (3118,4 т); сільське, лісове та рибне господарство (1977 т) (рис. 3.6) [12].

У 2018 році найбільші обсяги забруднюючих речовин були від крупних промислових підприємств (паливно-енергетичний комплекс, машинобудівне, коксове та хімічне виробництво), а також від автотранспорту [13].

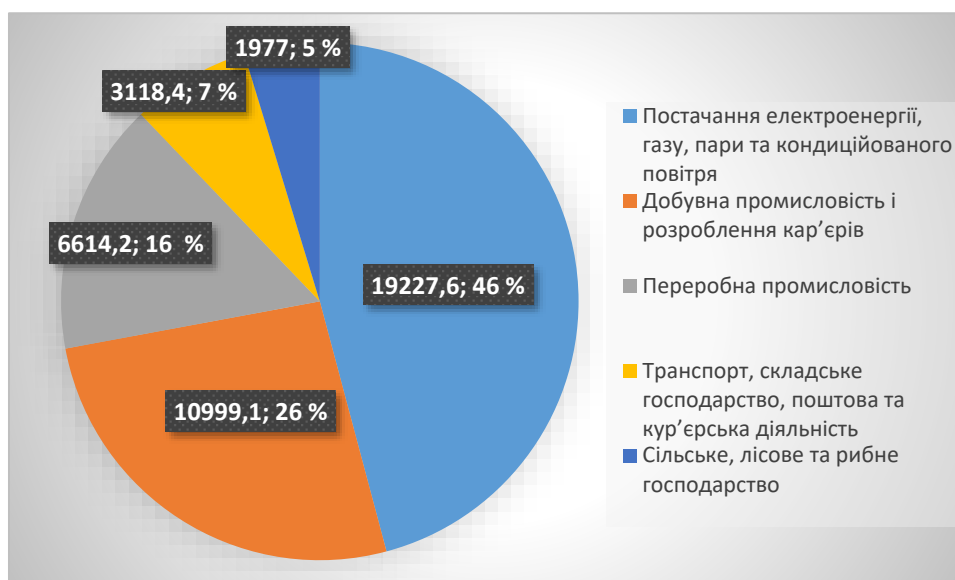


Рис. 3.6 – Структура забруднення повітря в м. Харків у 2017 році

Всього за 2018 рік у атмосферу міста Харків надійшло 44741,2 т забруднюючих речовин. Найбільше викидів було зафіксовано від постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря (19961 т); добувної промисловості і розроблення кар'єрів (10647,4 т); переробної промисловості (6026,1 т); транспорту, складського господарства, поштової та кур'єрської діяльності (3634,8 т); і сільського, лісового та рибного господарства (1848,1 т) (рис. 3.7) [13, 14].

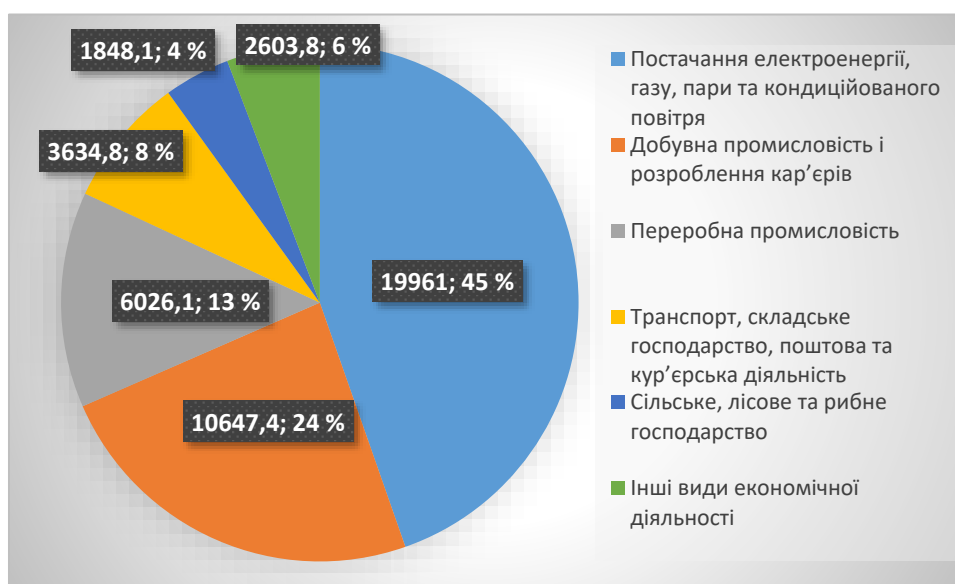


Рис. 3.7 – Структура забруднення повітря в м. Харків у 2018 році

У 2019 році забруднення атмосферного повітря в м. Харків обумовлене викидами пересувних та стаціонарних джерел забруднення. Серед стаціонарних джерел найбільший вклад мають крупні промислові підприємства, а саме підприємства паливно-енергетичного комплексу, машинобудівного, коксового та хімічного виробництв [15].

За 2019 рік у атмосферу м. Харків надійшло 106499,8 т забруднюючих речовин. З них найбільшу долю має постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря (67959,3 т). Також високі обсяги викидів мають добувна промисловість і розроблення кар'єрів (26428,3 т); переробна промисловість (5241,2 т); транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність (2607,2 т); і сільське, лісове та рибне господарство (2037,7 т) (рис. 3.8) [15].

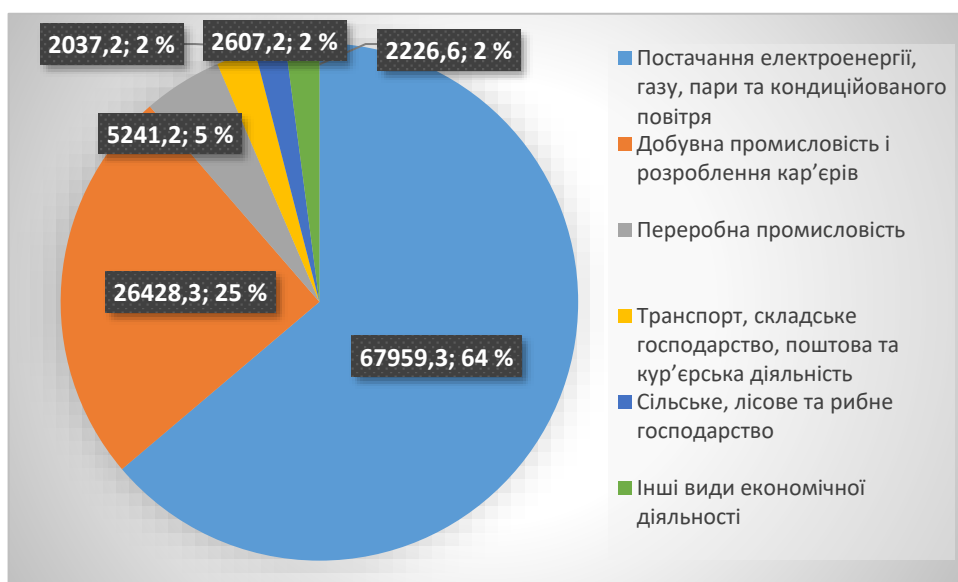


Рис. 3.8 – Структура забруднення повітря в м. Харків у 2019 році

Таким чином, встановлено, що найбільшу долю забруднення за досліджувані роки мають пересувні джерела. Але з 2016 року викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря від пересувних джерел забруднення не здійснюються. Серед стаціонарних джерел забруднення найбільші обсяги викидів протягом 2014–2019 років було зафіксовано від постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря. Воно складало від 45 % до 84 % від загальних обсягів викидів. За ним йде добувна промисловість, яка мала у

2014 році 21 %, у 2015 та 2016 роках знизилася до 7 %, а з 2017 року зросла до 24–26 % від загального обсягу. До 2016 року в структурі забруднення атмосферного повітря Харкову були такі види економічної діяльності, як виробничі процеси, обробка та видалення відходів, використання розчинників, виробництво харчових продуктів трубопровідний транспорт. Але з 2017 року їх обсяги зменшилися і структура змінилася. З'явилася переробна промисловість, яка у 2017 та 2018 роках складала 16 % та 13 % відповідно від загального обсягу, а у 2019 році становила 5 %. З'явився такий вид економічної діяльності як транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність, яка становила 7–8 % у 2017 та 2018 роках і 2 % у 2019 році. Сільське господарство протягом досліджуваних років не перевищувало 5 % від загального обсягу у 2017 році, і 4 % у 2018 році; в усі інші роки його обсяги складала 2 % від загальних.

3.2 Динаміка забруднення атмосфери м. Харків

На всіх ПСЗ вимірюються дані про вміст у повітрі таких забруднюючих речовин як : аміак, діоксид азоту, діоксид сірки, оксид азоту, оксид вуглецю, пил, сажа, сірководень, фенол, формальдегід, важкі метали та інші. Тому, проаналізувавши ці дані, можна оцінити стан атмосферного повітря міста Харків у різних його районах та в цілому за досліджувані роки.

Аміак. Протягом 2014–2019 років середньорічний вміст та середньодобові ГДК не змінювались і становили 0,01 мг/м³ та 0,2 відповідно. Максимальний вміст та максимальноразові ГДК аміаку також на протязі досліджуваних років були на одному рівні – 0,09 мг/м³ та 0,5 відповідно. Перевищень ГДК за 2014–2019 роки не було.

Діоксид азоту. За 2014–2019 роки середньорічні концентрації та середньодобові ГДК діоксиду азоту не перевищували встановлених нормативів і становили 0,02–0,03 мг/м³ та 0,4–0,6 відповідно (рис. 3.8).

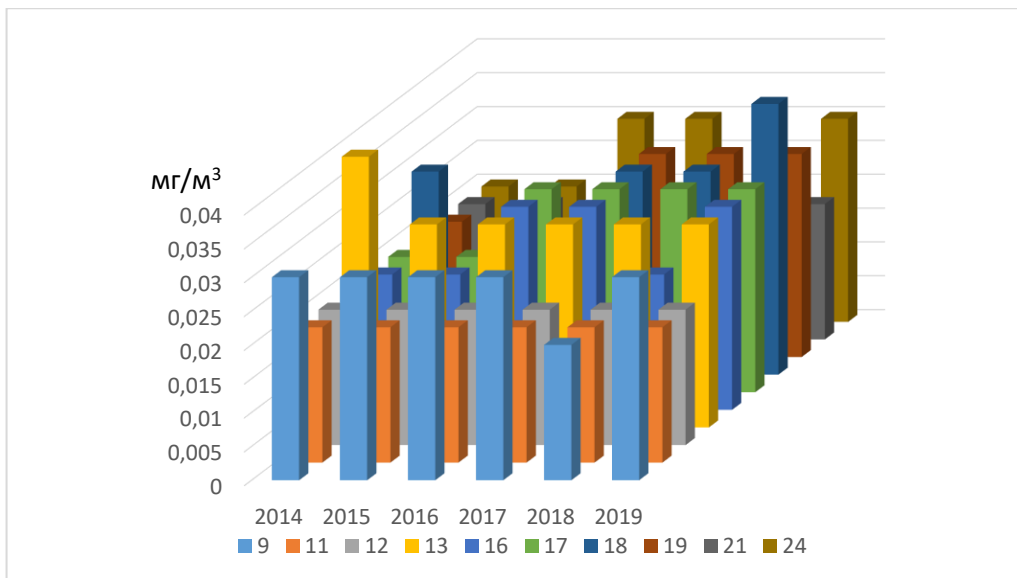


Рис. 3.8 – Динаміка середньорічного вмісту діоксиду азоту на всіх ПСЗ за 2014–2019 роки

Максимальні концентрації та максимальноразові ГДК також не перевищували норм за досліджуваний період. Максимальний вміст діоксиду азоту за всі роки становив $0,31 \text{ мг/м}^3$, а максимальні ГДК – 1. Індекс забруднення атмосфери діоксидом азоту змінювався кожного року, його найменше значення було у 2015 році (0,51), а найбільше – у 2019 році (0,73). Динаміку ІЗА діоксидом азоту представлено на рисунку 3.9.

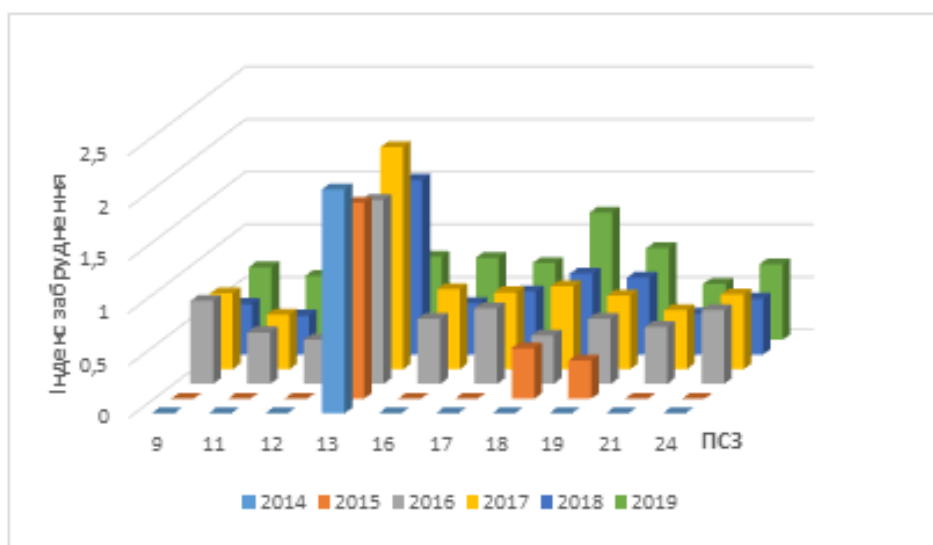


Рис. 3.9 – Індекс забруднення повітря діоксидом азоту на ПСЗ м. Харків за 2014–2019 роки

На ПСЗ № 9 середньорічний вміст діоксиду азоту протягом 2014–2019 становив 0,02–0,03 мг/м³, причому, 0,03 мг/м³ було лише у 2018 році. Індекс забруднення складав від 0,48 (2018 рік) до 0,79 (2016 рік).

На ПСЗ № 11 та № 12 середньорічний вміст діоксиду азоту за всі роки був на одному рівні – 0,02 мг/м³. Індекс забруднення коливався в межах 0,37–0,61 (2018 та 2019 роки відповідно) для ПСЗ № 11; та 0,29–0,5 (2018 і 2019 роки відповідно) для ПСЗ № 12.

На ПСЗ № 13 середньорічний вміст речовини був найбільшим серед всіх ПСЗ. У 2014 році становив 0,04 мг/м³, а з 2015 року зменшився до 0,03 мг/м³, і має таке значення до 2019 року. Індекс забруднення на цьому ПСЗ також найвищий серед всіх пунктів. У 2014 році він мав значення 2,13, і з 2015 року почав зменшуватися (1,86) до 2016 року (1,75). У 2017 році зріс до 2,11 і в наступному році знову почав зменшуватися – 1,66 у 2018 році. У 2019 індекс забруднення атмосфери діоксидом азоту на ПСЗ № 13 мав найнижче значення – 0,79.

Середньорічні концентрації діоксиду азоту на ПСЗ № 16 коливалися протягом досліджуваних років від 0,02 мг/м³ (2014, 2015 та 2018 роки) до 0,03 мг/м³ (2016, 2017 та 2019 роки). Індекс забруднення становив 0,49–0,78 (2018 та 2019 роки відповідно).

На ПСЗ № 17 середньорічні концентрації у 2014 та 2015 роках становили 0,02 мг/м³, а з 2016 року зросли до 0,03 мг/м³ і мають таке значення до 2019 року. Індекс забруднення коливався від 0,6 у 2018 році до 0,73 у 2017 та 2019 роках.

На ПСЗ № 18 середньорічні концентрації склали 0,03 мг/м³ у 2014 році, у 2015 році зменшились до 0,02 мг/м³, з 2017 року знову зросли до 0,03 мг/м³, а у 2019 році становили 0,04 мг/м³. Індекс забруднення атмосфери мав найменше значення у 2016 році – 0,46, а найбільше у 2019 році – 1,21.

На ПСЗ № 19 середньорічний вміст речовини був 0,02 мг/м³ у 2014 році, у 2015 році він був на найнижчому серед всіх ПСЗ рівні – 0,01 мг/м³, але з 2016 року почав зростати: у 2016 році – 0,02 мг/м³, а з 2017 року – 0,03 мг/м³. Індекс забруднення на цьому пункті з кожним роком зростав – у 2014 році він був 0,36, а до 2019 року зріс до 0,87.

На ПСЗ № 21 середньорічні концентрації не змінювалися протягом усіх досліджуваних років – вони становили 0,02 мг/м³. Індекс забруднення повітря на цьому пункті мав значення від 0,39 у 2018 році до 0,56 у 2017 році.

На ПСЗ № 24 середньорічні концентрації мали значення 0,02 мг/м³ у 2014, 2015 та 2018 роках і 0,03 мг/м³ у 2016, 2017 та 2019 роках. Індекс забруднення діоксидом азоту коливався від 0,53 (2018 рік) до 0,72 (2019 рік).

У 2014 році найбільший середньорічний вміст був на ПСЗ № 13 (0,04 мг/м³). Індекс забруднення на ПСЗ № 13 становив 2,13. У 2015 році найбільший середньорічний вміст діоксиду азоту було зафіксовано на ПСЗ № 9 та № 13 – 0,03 мг/м³, а найменший – на ПСЗ № 19 (0,01 мг/м³). Індекс забруднення атмосфери на ПСЗ № 13 був 1,86, на ПСЗ № 9 – 0,36. У 2016 році концентрація в 0,03 мг/м³ була на ПСЗ № 9, 13, 16, 24; а 0,02 мг/м³ – на ПСЗ № 11, 12, 18, 19, 21. Індекс забруднення атмосфери найвищим був на ПСЗ № 13 (1,75), а найнижчим – на ПСЗ № 12 (0,42). У 2017 році середньорічні концентрації в 0,03 мг/м³ мали ПСЗ № 9, 13, 16, 17, 18, 19, 24; а 0,02 мг/м³ – ПСЗ № 11, 12, 21. Індекс забруднення найбільшим був на ПСЗ № 13 – 2,11, а найнижчим на ПСЗ № 11 – 0,52. У 2018 році на ПСЗ № 13, 17, 18, 19 була середньорічна концентрація діоксиду азоту 0,03 мг/м³, а на ПСЗ № 9, 11, 12, 16, 21 та 24 – 0,02 мг/м³. Індекс забруднення атмосфери був найвищим на ПСЗ № 13 (1,66), а найнижчим на ПСЗ № 12 (0,29). У 2019 році найбільше значення середньорічних концентрацій було на ПСЗ № 18 – 0,04 мг/м³, а найменше – на ПСЗ № 11, 12, 21 – 0,02 мг/м³. Індекс забруднення становив 1,21 на ПСЗ № 18 та 0,5 на ПСЗ № 12.

Діоксид сірки. Протягом 2014–2019 середньорічні концентрації діоксиду сірки становили 0,007 мг/м³, і лише у 2015 році вони мали значення 0,008 мг/м³. Середньодобові ГДК протягом всього періоду були на рівні 0,01. Максимальний вміст діоксиду сірки за всі роки, окрім 2015, становив 0,074 мг/м³, а у 2015 – 0,085 мг/м³. Максимальноразові ГДК не змінювалися і складали 0,1.

Оксид азоту. За 2014–2019 роки середньорічний вміст діоксиду азоту складав 0,02 мг/м³, а середньодобові ГДК становили 0,3. Максимальний вміст та максимальноразові ГДК речовини також не змінювалися протягом досліджуваних

років. Їх значення були $0,14 \text{ мг/м}^3$ та $0,4$ відповідно. Перевищень гранично допустимих концентрацій оксиду азоту не було.

Оксид вуглецю. Середньорічний вміст оксиду вуглецю у м. Харків у 2014 році складав $1,9 \text{ мг/м}^3$, і до 2017 року зріс до $3,1 \text{ мг/м}^3$ (у 2015 році було $2,1 \text{ мг/м}^3$, а у 2016 – 3 мг/м^3), з 2018 року середньорічні концентрації почали зменшуватись: у 2018 році – $2,8 \text{ мг/м}^3$, а у 2019 – $1,74 \text{ мг/м}^3$ (рис. 3.10). Середньодобові ГДК перевищували дозволені лише у 2017 році, а у 2016 році були на рівні встановлених. У 2014 році вони становили $0,6$; у 2015 – $0,7$; у 2016 році – 1 ; у 2017 мали значення $1,03$; а з 2018 зменшуються до $0,9$ та $0,6$ у 2019 році. Індекс забруднення атмосфери оксидом вуглецю з 2014 по 2017 рік зростав, а з 2018 року зменшується. У 2014 році він становив $0,67$, у 2017 зріс до $1,03$, а у 2019 році становив $0,61$ (рис. 3.11).

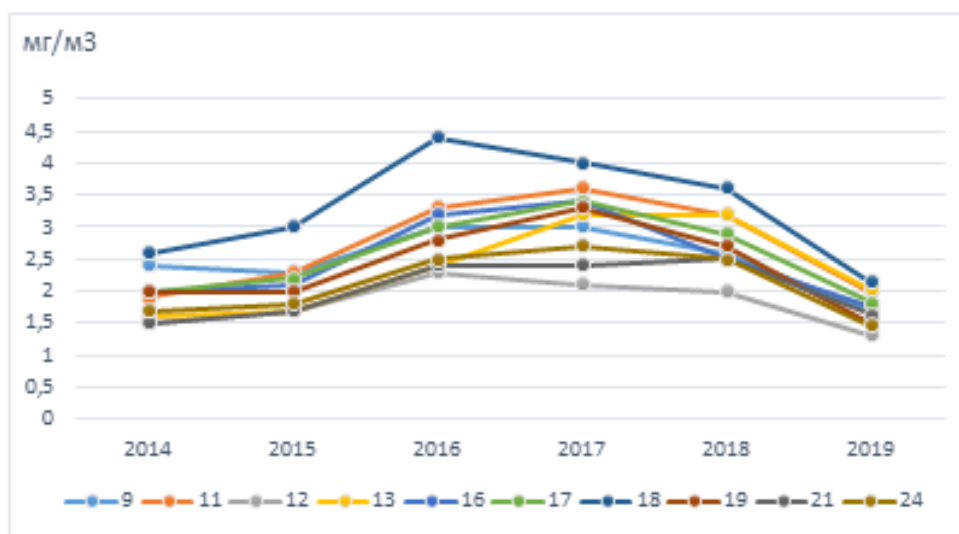


Рис. 3.10 – Динаміка середньорічного вмісту оксиду вуглецю на ПСЗ м. Харків за 2014–2019 роки

На ПСЗ № 9 найбільший середньорічний вміст оксиду вуглецю спостерігався у 2016 та 2017 роках – 3 мг/м^3 , а найменший у 2019 році – $1,68 \text{ мг/м}^3$. На ПСЗ №11 найбільша концентрація була у 2017 році – $3,6 \text{ мг/м}^3$, а найменша – у 2014 році, $1,9 \text{ мг/м}^3$. На ПСЗ № 12 були найнижчі показники середньорічних концентрацій речовини протягом всіх досліджуваних років, вони

не перевищували $2,3 \text{ мг/м}^3$ у 2016 році, а у 2019 році становили $1,31 \text{ мг/м}^3$. Середньорічні концентрації на ПСЗ № 16 були найвищими у 2017 – $3,4 \text{ мг/м}^3$, а у 2019 році становили $1,76 \text{ мг/м}^3$. Для ПСЗ № 17 найбільше значення було у 2017 році ($3,4 \text{ мг/м}^3$), а найнижче – у 2019 році ($1,82 \text{ мг/м}^3$). На ПСЗ № 18 показники середньорічного вмісту оксиду вуглецю були найвищими серед всіх ПСЗ протягом досліджуваних років: у 2016 році вони становили $4,4 \text{ мг/м}^3$, а у 2019 – $2,15 \text{ мг/м}^3$. На ПСЗ № 19 найбільший вміст було зафіксовано у 2017 році – $3,3 \text{ мг/м}^3$, а найнижчий – у 2019 році ($1,5 \text{ мг/м}^3$). На ПСЗ № 21 показники були найвищими у 2018 році ($2,5 \text{ мг/м}^3$), а у 2014 році були найнижчими – $1,5 \text{ мг/м}^3$. На ПСЗ № 24 найвищі показники були у 2017 році ($2,7 \text{ мг/м}^3$), а найнижчі – у 2019 році ($1,47 \text{ мг/м}^3$).

У 2014 році перевищень середньодобових концентрацій не спостерігалось. У 2015 році на ПСЗ № 18 середньодобові концентрації становили 3 мг/м^3 . У 2016 році було зафіксовано перевищення середньодобових концентрацій на 3 ПСЗ (№ 11, 16 та 18), на ПСЗ № 18 вони становили $4,4 \text{ мг/м}^3$. У 2017 році перевищення вмісту оксиду вуглецю було на 6 ПСЗ, найбільше – на ПСЗ № 18, 4 мг/м^3 . У 2018 році спостерігалось перевищення концентрацій на 3 ПСЗ, знову на ПСЗ № 18 концентрації були найвищими, $3,6 \text{ мг/м}^3$. У 2019 році перевищень середньодобових концентрацій оксиду вуглецю не було.

Максимальноразові концентрації оксиду вуглецю у 2014 році не визначалися. У 2015 році перевищення максимальних концентрацій було в 1,2-2,8 разів, найбільше перевищення було зафіксовано на ПСЗ №19, а на ПСЗ № 21 та № 24 концентрації не визначалися. У 2016 році перевищення були в 1,4–2,4 рази, на ПСЗ № 18 спостерігалось найвище значення максимальноразових концентрацій. У 2017 році перевищення становили 1,4–3 ГДК, а найбільші значення були на 2 ПСЗ: № 12 та № 19. У 2018 році перевищення концентрацій було в 1,6-2,4 рази, на ПСЗ №18 воно було найбільшим. У 2019 році на ПСЗ № 12 перевищень максимальноразових концентрацій не було, а на інших ПСЗ воно було в 1,14–1,66 разів вищим за гранично допустиме, найбільше перевищення спостерігалось на ПСЗ № 9 (рис. 3.11).

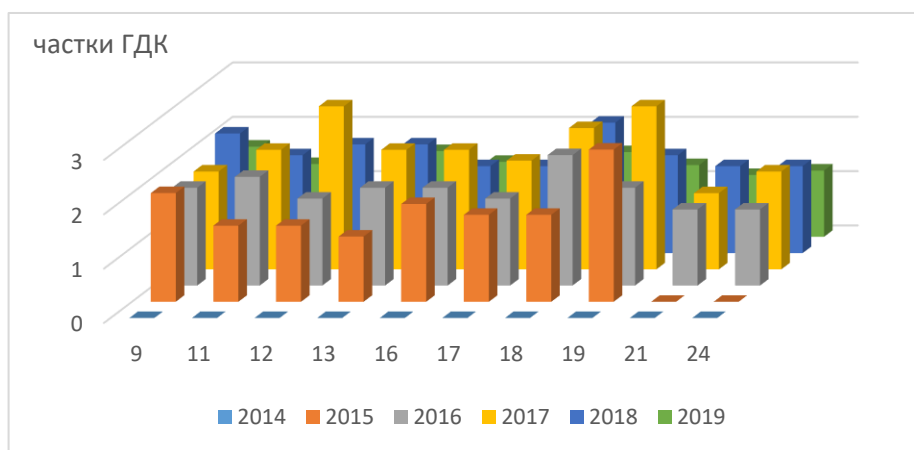


Рис. 3.11 – Динаміка максимальноразових концентрацій оксиду вуглецю за 2014–2019 роки на всіх ПСЗ

Пил. Середньорічний вміст пилу був найбільшим у 2014 та 2017 роках, тоді він сягав $0,1 \text{ мг/м}^3$; найменшим же він був у 2016 році – $0,8 \text{ мг/м}^3$; а в усі інші роки становив $0,09 \text{ мг/м}^3$ (рис. 3.12). Перевищень середньодобових ГДК не було: найвищого значення вони були у 2014 та 2017 роках – $0,67$; а у 2016 році були найменшими – $0,53$. Індекс забруднення атмосфери пилом до 2016 року знижувався від $0,65$ у 2014 році до $0,54$ у 2016; у 2017 році він зріс до $0,65$; у 2018 знизився до $0,57$; а у 2019 знову зріс до $0,6$ (рис. 3.13).

На ПСЗ № 9 середньодобові концентрації пилу щорічно знижувалися від $0,12 \text{ мг/м}^3$ у 2014 році до $0,07 \text{ мг/м}^3$ у 2018 році, а у 2019 році зріс до $0,08 \text{ мг/м}^3$.

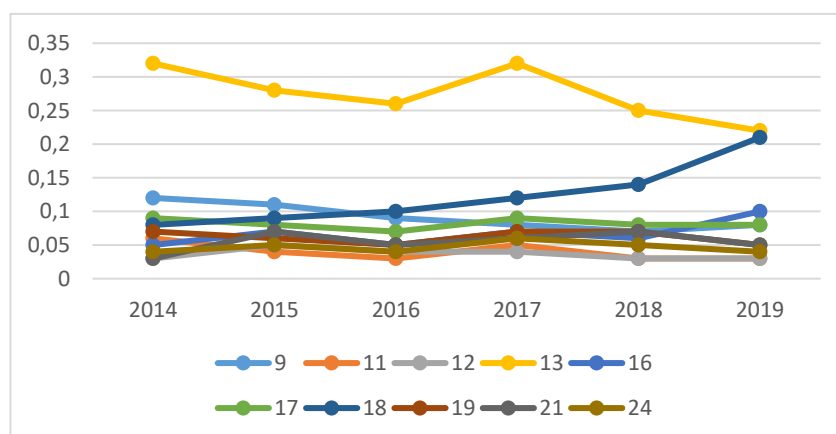


Рис. 3.12 – Динаміка середньорічного вмісту пилу на всіх ПСЗ за 2014–2019 роки

На ПСЗ № 11 найвищий вміст пилу було зафіксовано у 2014 році (0,06 мг/м³), а найменший – у 2016, 2018 та 2019 роках (0,03 мг/м³). На ПСЗ № 12 у 2014 році середньорічний вміст становив 0,03 мг/м³, у 2015 році зріс до 0,05 мг/м³, а з 2016 року знижувався і у 2018 та 2019 роках складав 0,03 мг/м³. На ПСЗ № 13 з 2014 по 2016 рік середньорічний вміст пилу знижувався з 0,32 мг/м³ до 0,26 мг/м³, у 2017 році зріс до 0,32 мг/м³, і з 2018 знову знижувався до 0,22 мг/м³ у 2019 році. Найбільший вміст пилу на ПСЗ № 16 було зафіксовано у 2019 році – 0,1 мг/м³, а найменший – у 2014 та 2016 роках (0,05 мг/м³). На ПСЗ № 17 найбільший вміст пилу був у 2014 та 2017 роках – 0,09 мг/м³, а найменший – у 2016 році (0,06 мг/м³). На ПСЗ № 18 середньорічна концентрація пилу з кожним роком збільшувалася: у 2014 році вона становила 0,08 мг/м³, а у 2019 році вже 0,21 мг/м³. На ПСЗ № 19 з 2014 по 2016 рік концентрація пилу знижувалася з 0,07 мг/м³ до 0,05 мг/м³, у 2017 та 2018 роках становила 0,07 мг/м³, а у 2019 році знову знизилася до 0,05 мг/м³. На ПСЗ № 21 найбільший вміст пилу був у 2015 та 2018 роках – 0,07 мг/м³, а найменший – у 2014 році (0,03 мг/м³). На ПСЗ № 24 найбільший середньорічний вміст пилу був у 2017 році – 0,06 мг/м³, а найменший – у 2014, 2016 та 2019 роках – 0,04 мг/м³.

З 2014 по 2018 роки перевищення середньорічних концентрацій пилу було лише на ПСЗ № 13 – 0,32 мг/м³, 0,28 мг/м³, 0,26 мг/м³, 0,32 мг/м³ та 0,25 мг/м³ відповідно. У 2019 році перевищення концентрацій пилу було на 2 ПСЗ – ПСЗ № 13 (0,22 мг/м³) та ПСЗ № 18 (0,21 мг/м³).

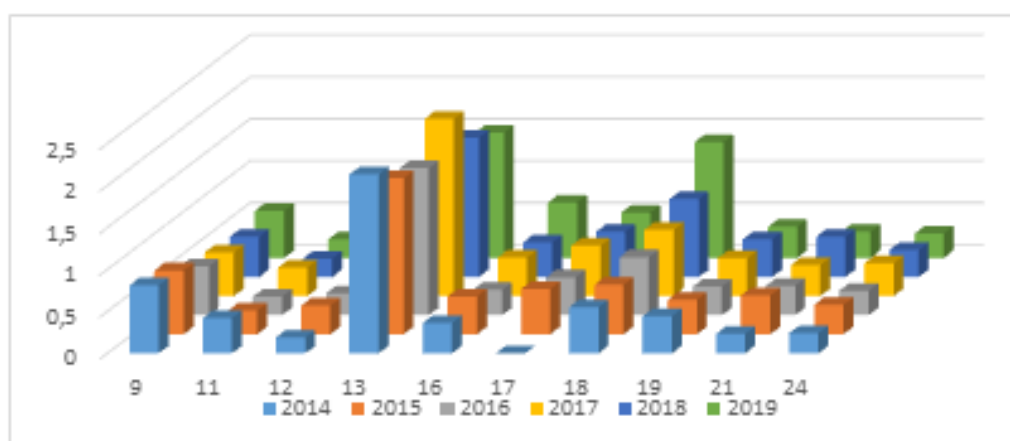


Рис. 3.13 – Індекс забруднення повітря пилом на всіх ПСЗ за 2014–2019 роки

Сажа. За досліджуваний період середньорічний вміст сажі в повітрі складав 0,02–0,04 мг/м³. У 2014 році він становив 0,02 мг/м³, у 2015 та 2016 зріс до 0,04 мг/м³, а з 2017 року становить 0,03 мг/м³ (рис. 3. 14).

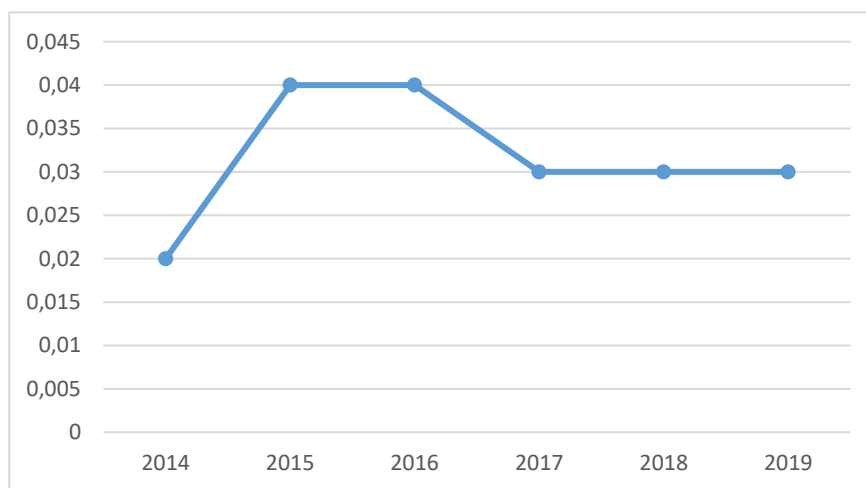


Рис. 3.14 – Динаміка середньорічного вмісту сажі в повітрі м. Харкова за 2014–2019 роки

Перевищень середньодобових ГДК по сажі не було, їх значення становили 0,5–0,9 часток/ГДК. Максимальний вміст коливався в межах 0,25–0,52 мг/м³, перевищення максимальноразових ГДК було в 1,9–3,5 разів (рис. 3.15). У 2014 році перевищень максимального вмісту сажі не було, у 2015 році максимальний вміст сажі складав 0,52 мг/м³, що в 3,5 разів більше за встановлені ГДК; з 2016 року максимальний вміст сажі зменшується (0,31 мг/м³ у 2016 році та 0,28 мг/м³ у 2017 році), а у 2018 та 2019 році він зростає до 0,3 мг/м³.

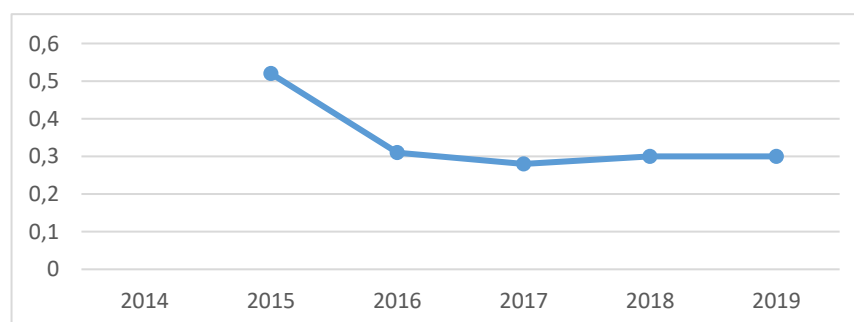


Рис. 3.15 – Динаміка максимального вмісту сажі в повітрі м. Харків за 2014–2019 роки

Сірководень. Середньорічні концентрації сірководню кожного року становили $0,001 \text{ мг/м}^3$, перевищень середньодобових ГДК не було. Максимальний вміст сірководню в повітрі м. Харкова складав $0,005 \text{ мг/м}^3$, що становить 0,6 максимальноразових ГДК. Отже, перевищень максимальноразових ГДК також не було.

Фенол. Фенол в м. Харків визначається на 3 стаціонарних пунктах: ПСЗ № 13, ПСЗ № 16 та в районі вулиці 23 Серпня. Середньорічний вміст фенолу коливався в межах $0,001\text{--}0,002 \text{ мг/м}^3$, а середньодобові ГДК становили 0,3–0,5 (рис. 3.16). З 2015 по 2017 роки спостерігалось перевищення максимального вмісту фенолу. У 2015 та 2016 роках він складав $0,01 \text{ мг/м}^3$, максимальноразові ГДК було перевищено в 1,1 та 1,3 разів відповідно. У 2017 році максимальний вміст фенолу був $0,02 \text{ мг/м}^3$, гранично допустимі концентрації було перевищено в 2 рази. Індекс забруднення атмосфери фенолом у 2014 році не вимірювався, у 2015 становив 0,41 і у 2017 зріс до 0,5, у 2018 році знизився до 0,38, а у 2019 знову зріс до 0,44 (рис. 3.17).

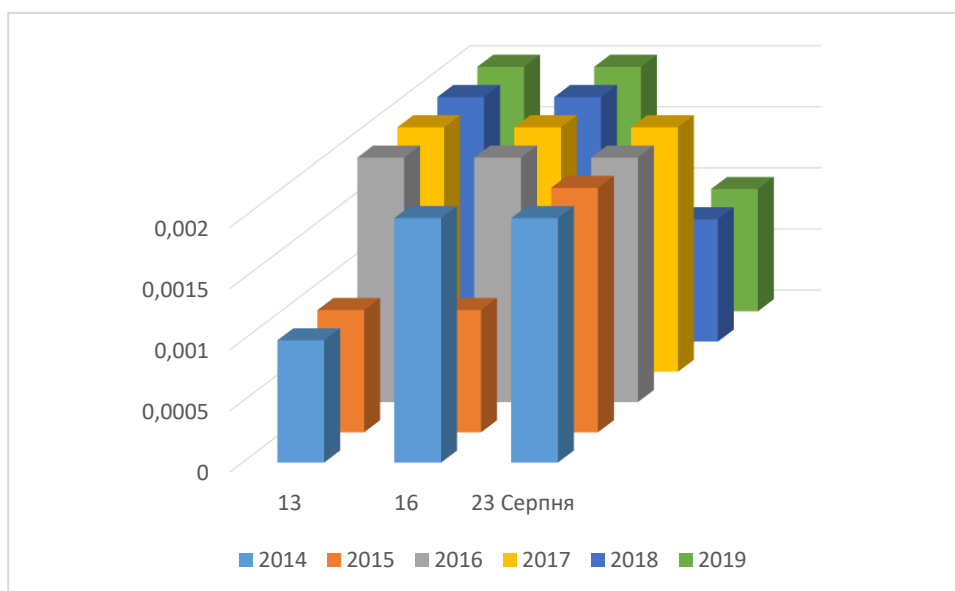


Рис. 3.16 – Динаміка середньорічного вмісту фенолу на ПСЗ за 2014–2019 роки

На ПСЗ № 13 середньорічний вміст фенолу зріс з $0,001 \text{ мг/м}^3$ у 2014 та 2015 роках до $0,002 \text{ мг/м}^3$ у всі наступні роки. Індекс забруднення складав 0,34 у 2014 році, до 2017 року він збільшувався та зріс до 0,53, після чого знизився до 0,39 у

2018 році і знову зріс до 0,47 у 2019 році. На ПСЗ № 16 в усі роки, окрім 2015, середньорічний вміст фенолу сягав $0,002 \text{ мг/м}^3$, а у 2015 – $0,001 \text{ мг/м}^3$. Індекс забруднення у 2014 році не вимірювався, а в інші роки коливався в межах 0,36–0,57. В районі вулиці 23 Серпня з 2014 по 2017 роки середньорічний вміст фенолу становив $0,002 \text{ мг/м}^3$, а у 2018 та 2019 роках складає $0,001 \text{ мг/м}^3$. Індекс забруднення повітря також не вимірювався у 2014 році, а в інші роки коливався від 0,27 у 2018 році до 0,58 у 2016 році.

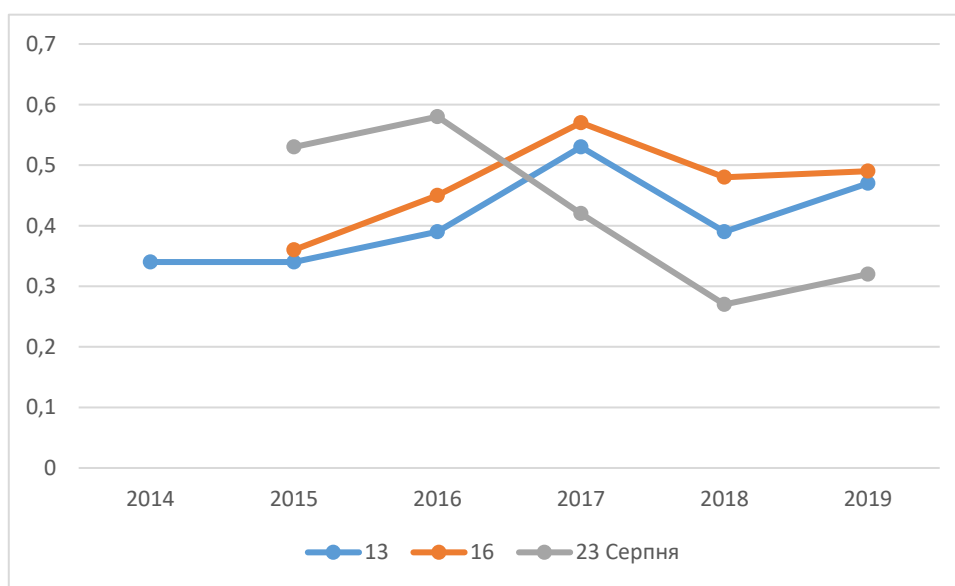


Рис. 3.17 – Індекс забруднення фенолом повітря м. Харків на всіх ПСЗ за 2014–2019 роки

Формальдегід. Формальдегід вимірюється на всіх пунктах спостереження міста Харкова, окрім двох постів – це ПСЗ № 13 та ПСЗ № 21. Середньорічний вміст формальдегіду в повітрі м. Харкова становив $0,002 \text{ мг/м}^3$ в усі роки, окрім 2015, цього року вміст речовини сягав $0,003 \text{ мг/м}^3$ (рис. 3.18). Перевищень середньодобових ГДК не було.

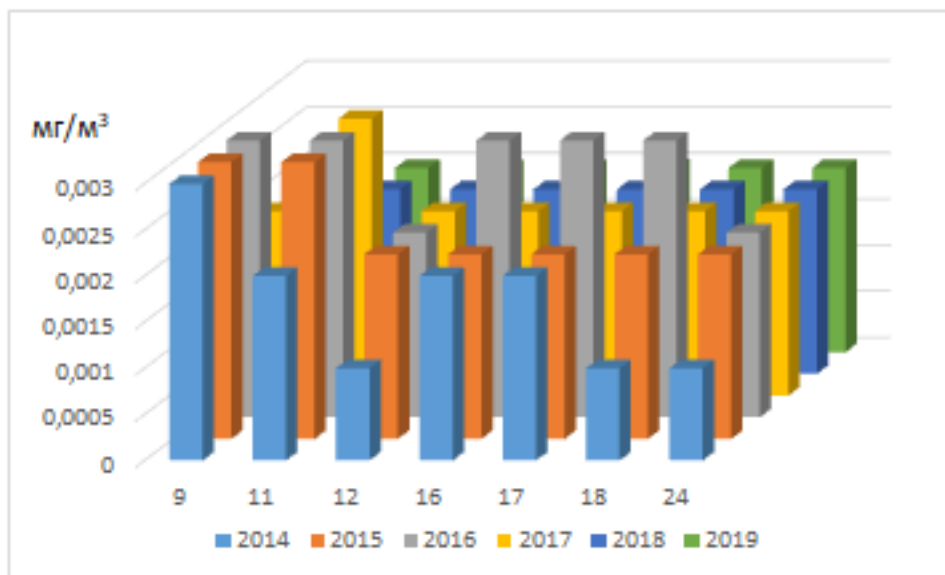


Рис. 3. 18 – Середньорічний вміст формальдегіду на ПСЗ м. Харків за 2014–2019 роки

Максимальний вміст формальдегіду з 2014 по 2018 рік становив $0,35 \text{ мг/м}^3$, що є рівнем максимальноразової ГДК за цією речовиною. У 2019 році максимальний вміст формальдегіду не вимірювався. Індекс забруднення атмосфери формальдегідом з 2014 по 2016 рік збільшився з 0,5 до 0,76; у 2017 та 2018 роках він зменшувався, і склав 0,45 у 2018 році; у 2019 році індекс забруднення збільшився до 0,59 (рис. 3.19).

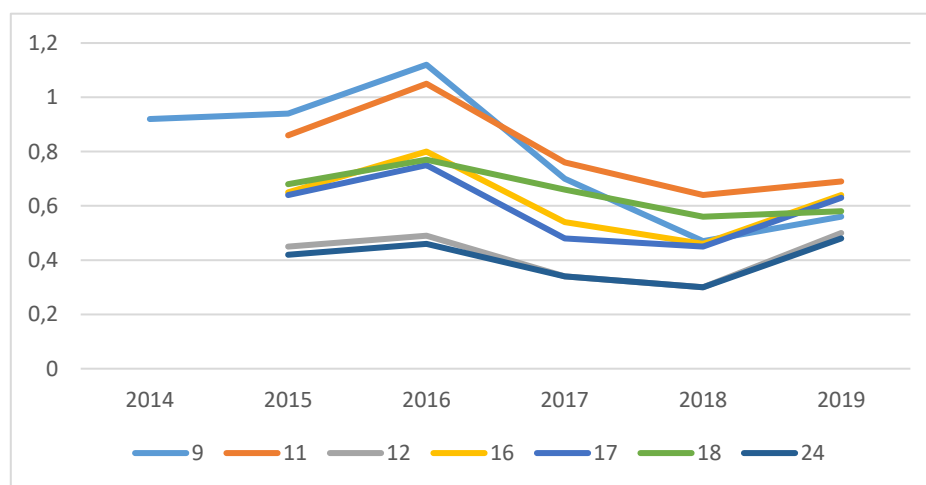


Рис. 3.19 – Індекс забруднення формальдегідом повітря м. Харків на всіх ПСЗ за 2014–2019 роки

Лише на ПСЗ № 9 середньорічний вміст формальдегіду вимірювався з 2014 по 2019 роки: він зменшився з $0,003 \text{ мг/м}^3$ у 2014-2016 роках до $0,002 \text{ мг/м}^3$ в 2017–2019. Індекс забруднення повітря з 2014 по 2016 роки збільшився від 0,92 до 1,12, у 2017 та 2018 він зменшився до 0,7 та 0,47 відповідно, а у 2019 зріс до 0,56. На ПСЗ № 11 найменше середньорічне значення було у 2018 році – $0,64 \text{ мг/м}^3$, а найбільше – в 2016, $1,05 \text{ мг/м}^3$. На ПСЗ № 12 найбільший вміст був з 2019 році – $0,5 \text{ мг/м}^3$, а найменше у 2018 році, $0,3 \text{ мг/м}^3$. На ПСЗ № 16 найбільший середньорічний вміст формальдегіду зафіксовано у 2018 році – $0,8 \text{ мг/м}^3$, а найменший – у 2018 році, $0,46 \text{ мг/м}^3$. На ПСЗ № 17 середньорічний вміст змінювався від $0,45 \text{ мг/м}^3$ у 2018 році до $0,75 \text{ мг/м}^3$ у 2016 році. На ПСЗ № 18 середньорічні значення коливалися в межах $0,56\text{--}0,77 \text{ мг/м}^3$. Для ПСЗ № 24 найбільший середньорічний вміст був у 2019 році, $0,48 \text{ мг/м}^3$, а найменший – у 2018 році, $0,3 \text{ мг/м}^3$.

У 2014 році вимірювання середньорічного вмісту формальдегіду проводилося лише на ПСЗ № 9 і становило $0,92 \text{ мг/м}^3$. У 2015 році найбільший вміст формальдегіду зафіксовано на ПСЗ № 9 – $0,94 \text{ мг/м}^3$, а найменший – на ПСЗ № 24, $0,42 \text{ мг/м}^3$. У 2016 році вміст формальдегіду був найвищим за всі роки: він коливався в межах $0,46\text{--}1,12 \text{ мг/м}^3$ (ПСЗ №24 та ПСЗ №9 відповідно). У 2017 році середньорічний вміст був найнижчим на ПСЗ № 12 та № 24 – $0,34 \text{ мг/м}^3$, а найвищим – на ПСЗ № 11, $0,76 \text{ мг/м}^3$. У 2018 році вміст формальдегіду був найнижчим за всі роки: найменше його значення було на ПСЗ № 12 та № 24 – $0,3 \text{ мг/м}^3$, а найвище – на ПСЗ № 11, $0,64 \text{ мг/м}^3$. У 2019 році середньорічна концентрація речовина становила $0,48\text{--}0,69 \text{ мг/м}^3$ на ПСЗ № 24 та № 11 відповідно.

На рисунку 3.20 представлено індекс забруднення атмосфери міста Харкова забруднюючими речовинами на різних ПСЗ. В таблиці 3.1 представлено дані до цього рисунку, а також розташування ПСЗ та середні значення ІЗА за досліджувані роки.

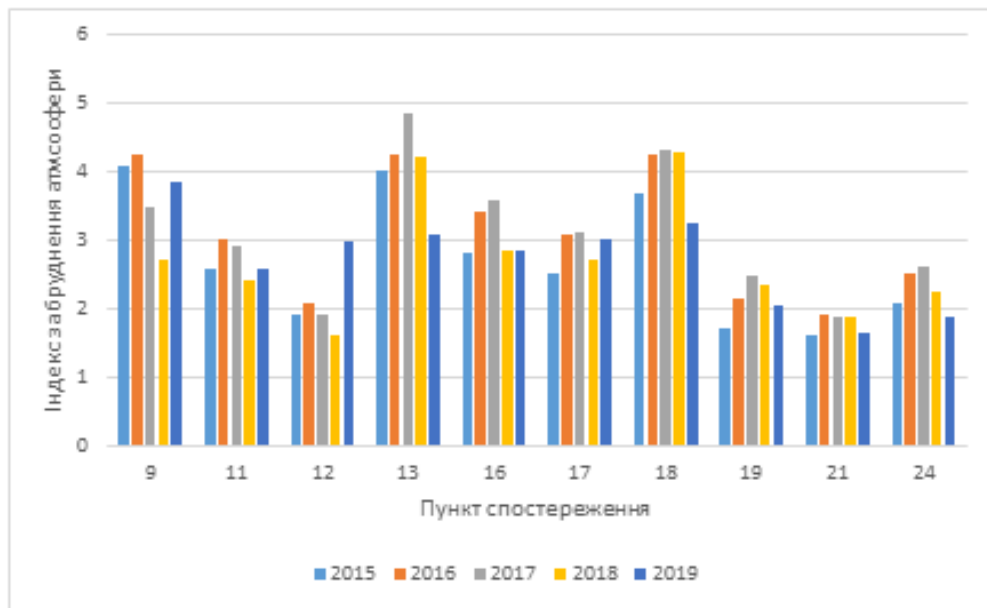


Рис. 3.20 – Індекс забруднення атмосфери м. Харків на всіх ПСЗ за 2015–2019 роки

Таблиця 3.1

Індекс забруднення атмосфери Харкова на різних ПСЗ

ПСЗ	Розташування	2015	2016	2017	2018	2019	ІЗА сер.
ПСЗ № 9	вул. 23 Серпня, 34	4,08	4,25	3,48	2,72	3,85	3,73
ПСЗ № 11	Центр, пров. Театральний, 6	2,58	3,02	2,92	2,41	2,59	2,67
ПСЗ №12	Салтівка, 607 м/р, вул. Гвардійців Широнінців, 44	1,91	2,09	1,91	1,61	2,98	2,02
ПСЗ № 13	район Іванівки вул. Пащенківська, 4	4,03	4,24	4,87	4,23	3,07	4,16
ПСЗ № 16	вул. Холодногірська, 4 р-н Холодної гори	2,81	3,4	3,57	2,83	2,85	3,00
ПСЗ № 17	район Сокольників	2,52	3,07	3,11	2,71	3,01	2,83
ПСЗ № 18	район пр. Героїв Сталінграду, 3	3,69	4,25	4,33	4,29	3,25	3,81

Продовження таблиці 3.1

ПСЗ № 19	Салтівське шосе, 120	1,72	2,14	2,48	2,35	2,03	2,11
ПСЗ № 21	вул. Врубеля, 53 район Баварії	1,61	1,9	1,88	1,87	1,65	1,71
ПСЗ № 24	вул. Академіка Павлова, 46 район 15 міської лікарні	2,06	2,52	2,6	2,23	1,88	2,22

Встановлено, що на всіх ПСЗ індекс забруднення перевищує 1, і це свідчить про несприятливу екологічну ситуацію. За всі роки дослідження найвищі значення ІЗА були на ПСЗ № 9, № 13 і № 18, це вул. 23 Серпня, 34; район Іванівки, вул. Пащенківська, 4; та район пр. Героїв Сталінграду, 3 відповідно. Найнижчі показники були на ПСЗ № 12, № 19, № 21 та № 24 – це Салтівка, 607 м/р, вул. Гвардійців Широнінців, 44; Салтівське шосе, 120; вул. Врубеля, 53 район Баварії; та вул. Академіка Павлова, 46 район 15 міської лікарні відповідно.

За допомогою кластерного аналізу було виділено 3 категорії пунктів спостереження за ІЗА:

1. Території відносно низького рівня забруднення – $ІЗА < 2,5$;
2. Території середнього рівня забруднення – $ІЗА = 2,5-3,5$;
3. Території високого рівня забруднення – $ІЗА > 3,5$.

Встановлено, що до територій з низьким рівнем забруднення відносяться район Баварії та Салтівка. Це ПСЗ № 12, ПСЗ № 19, ПСЗ № 21 та ПСЗ № 24. Низький рівень забруднення на цих ПСЗ можна пояснити відсутністю підприємств.

До територій з середнім рівнем забруднення було віднесено центр міста, Холодногірський район та район Сокольників. Це ПСЗ № 11, ПСЗ № 16 та ПСЗ № 17. Вони також характеризуються відсутністю промислових джерел забруднення, але мають високі показники транспортного навантаження.

До територій з високим рівнем забруднення належать район вул. 23 Серпня, район пр. Героїв Сталінграду та район Іванівки. Це ПСЗ № 9, № 13 та № 18. Такі високі показники пояснюються значним промисловим навантаженням, а також

високим транспортним забрудненням. Для району Іванівки, у якого найвищі показники ІЗА протягом всього періоду, також можна відмітити розташування в низовині, через що забруднюючі речовини накопичуються в атмосфері, а не розвіюються вітром.

Узагальнюючи існуючу статистичну інформацію щодо між річної динаміки забруднення атмосферного повітря м. Харків в цілому (таблиця 3.2), слід зазначити, що протягом 6 років практично незмінною залишається з вмістом у атмосфері пилу, фенолу, сірководню, аміаку, формальдегіду, оксиду азоту і кадмію. Тенденція до зростання притаманна таким забруднюючим речовинам, як діоксид азоту та цинк. Відбувається зниження вмісту таких речовин: діоксид сірки, фенол, формальдегід, сажа, залізо, мідь і хром.

Таблиця 3.2

**Зміна середнього рівня / $q_{\text{ср}}$ / забруднення атмосферного повітря
за 2014–2019 роки по м. Харків**

Домішки	Характеристики	Роки/5 років/						Тенденція, Т
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	
Пил	$q_{\text{ср}}, \text{п}$	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0
		7055	7020	7072	6967	7008	7002	
Діоксид сірки	$q_{\text{ср}}, \text{п}$	0.007	0.008	0.007	0.007	0.007	0.007	-0.0002
		8465	8419	8481	8355	8415	8400	
Оксид вуглецю	$q_{\text{ср}}, \text{п}$	2	2	3	3	3	2	0
		5645	5613	5654	5575	5618	5600	
Діоксид азоту	$q_{\text{ср}}, \text{п}$	0.02	0.2	0.02	0.03	0.02	0.03	+0.002
		9600	563	9624	9487	9540	9533	
Фенол	$q_{\text{ср}}, \text{п}$	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	-0.0001
		3220	3203	3244	3198	3180	3214	
Сірководень	$q_{\text{ср}}, \text{п}$	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0
		1078	1037	1056	1061	1097	1067	
Аміак	$q_{\text{ср}}, \text{п}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
		2150	2168	2150	2110	2128	2130	

Продовження таблиці 3.2

Формальдегід	$q_{cp, n}$	0.002 7495	0.002 7500	0.003 7534	0.002 7434	0.002 7461	0.002 7456	-0.0001
Сажа	$q_{cp, n}$	0.02 846	0.04 843	0.04 849	0.03 837	0.03 843	0.03 840	-0.003
Оксид азоту	$q_{cp, n}$	0.02 1099	0.02 1067	0.02 1091	0.02 1064	0.02 1054	0.02 1081	0
Кадмій	$q_{cp, n}$	0.00 22	0.00 33	0.00 33	0.00 33	0.00 33	0.00 33	0
Залізо	$q_{cp, n}$	0.89 22	0.84 33	0.82 33	0.69 33	0.77 33	0.78 33	-0.017
Марганець	$q_{cp, n}$	0.03 22	0.02 33	0.02 33	0.02 33	0.02 33	0.02 33	0
Мідь	$q_{cp, n}$	0.09 22	0.08 33	0.18 33	0.06 33	0.05 33	0.05 33	-0.019
Нікель	$q_{cp, n}$	0.03 22	0.02 33	0.03 33	0.02 33	0.03 33	0.02 33	0
Свинець	$q_{cp, n}$	0.05 22	0.03 33	0.03 33	0.03 33	0.03 33	0.03 33	0
Хром	$q_{cp, n}$	0.05 22	0.02 33	0.02 33	0.02 33	0.01 33	0.02 33	-0.001
Цинк	$q_{cp, n}$	0.06 22	0.05 33	0.10 33	0.07 33	0.07 33	0.07 33	+0.001

ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що основними джерелами забруднення атмосферного повітря м. Харків є пересувні джерела – автомобілі. Обсяги викидів забруднюючих речовин від пересувних джерел майже в два рази перевищують викиди від стаціонарних джерел.

2. Визначено, що в структурі забруднення повітря міста Харків до 2017 року переважали постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря, добувна промисловість, виробництво продуктів та сільське господарство. З 2017 року в структурі забруднення з'явилися транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність та переробна промисловість.

3. Проаналізувавши матеріали спостережень за станом атмосферного повітря міста Харків за період з 2014 по 2019 рік, можна сказати, що тенденцію до покращення мають діоксид сірки, фенол, формальдегід, сажа, залізо, мідь та хром. Рівень забруднення не змінився за такими речовинами : пил, оксид вуглецю, сірководень, аміак, оксид азоту, кадмій, марганець, нікель та свинець. Тенденцію до погіршення рівня забруднення мають діоксид азоту та цинк.

4. Можна стверджувати, що з 2016–2017 років екологічна ситуація стабілізувалася, а рівень забруднення деяких речовин має тенденцію до покращення.

5. Найбільшого забруднення атмосферного повітря зазнає ПСЗ № 13, який знаходиться в районі Іванівки. Такі високі концентрації можна пояснити щільною зосередженістю промислових підприємств в районі і високим навантаженням від пересувних джерел забруднення. Також, характерною особливістю цієї місцевості є її знаходження в низовині. Через це забруднюючі речовини накопичуються в повітрі і не розсіюються з вітром.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2018 році. URL: <https://mepr.gov.ua/news/35937.html> (дата звернення 05.03.2021).
2. Бекетов В. Є., Євтухова Г. П., Ломакіна О. С. Аналіз та оцінка рівня забруднення атмосферного повітря м. Харків. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2016. № 3–4 (26). С. 97–103.
3. Кулик М. І., Івах Ю. А. Оцінка якості атмосферного повітря на основних автостанціях м. Харків. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2019. Вип. 31. С. 117–128.
4. Максименко Н. В., Різник К. Ю., Александрова А. С. Структура і динаміка забруднення атмосферного повітря Харківської області. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. № 3–4. 2014. С. 81–94.
5. Максименко Н., Волкова Л., Кротько А. Просторово-часова оцінка екологічного ризику від забруднення атмосферного повітря м. Харкова. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Географія*. № 1. 2020. С. 107–120.
6. Моніторинг. Спостереження за забрудненням атмосферного повітря в м. Харкові. Харківський регіональний центр з гідрометеорології. URL: <http://kharkiv.meteo.gov.ua/monitoring/> (дата звернення 05.03.2021).
7. Природоохоронні технології. Частина перша. Захист атмосфери / Северин Л. І., Петрук В. Г., Безвозюк І. І., Васильківський І. В. Вінниця : ВНТУ, 2010. 389 с.
8. Методичні вказівки для виконання практичних робіт з дисципліни «Охорона і раціональне використання природних ресурсів» студентами спеціальності 101 «Екологія» / Вознюк Н. М., Копилова О. М. Рівне : НУВГП, 2017. 23 с.
9. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області у 2014 році. URL: <https://kharkivoda.gov.ua/oblasna-derzhavna->

administratsiya/struktura-administratsiyi/strukturni-pidrozdili/486/2736/89034 (дата звернення 05.03.2021).

10. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області у 2015 році. URL: <https://kharkivoda.gov.ua/oblasna-derzhavna-administratsiya/struktura-administratsiyi/strukturni-pidrozdili/486/2736/85505> (дата звернення 05.03.2021).

11. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області у 2016 році. URL: <https://kharkivoda.gov.ua/oblasna-derzhavna-administratsiya/struktura-administratsiyi/strukturni-pidrozdili/486/2736/88755> (дата звернення 05.03.2021).

12. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області у 2017 році. URL: <https://kharkivoda.gov.ua/oblasna-derzhavna-administratsiya/struktura-administratsiyi/strukturni-pidrozdili/486/2736/95064> (дата звернення 05.03.2021).

13. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області у 2018 році. URL: <https://kharkivoda.gov.ua/oblasna-derzhavna-administratsiya/struktura-administratsiyi/strukturni-pidrozdili/486/2736/100511> (дата звернення 05.03.2021).

14. Екологічний паспорт Харківської області, 2018. URL: <https://menr.gov.ua> (дата звернення 05.03.2021).

15. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області у 2019 році. URL: <https://kharkivoda.gov.ua/oblasna-derzhavna-administratsiya/struktura-administratsiyi/strukturni-pidrozdili/486/2736/105379> (дата звернення 05.03.2021).