

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет еколого-економічний
Кафедра екологічного права і
контролю

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ
рівень вищої освіти: «спеціаліст»

на тему: «Особливості забруднення атмосферного повітря м.Одеса
двоокисом азоту»

Виконав студент 1 курсу групи ЕК-55
спеціальності 7.04010604 «Екологічний
контроль та аудит»
Кривенко Валерій Сергійович

Керівник асистент
Снісаренко Вікторія Вікторівна

Консультант д.геогр.н., проф..
Лоева Інеса Дмитрівна

Рецензент д.т.н., проф.
Школьний Євген Павлович

Одеса 2016

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	6
ВСТУП.....	7
1 ДВООКИС АЗОТУ ЯК НЕБЕЗПЕЧНА ЗАБРУДНЮЮЧА ДОМІШКА.....	10
1.1 Хімічні властивості.....	10
1.2 Джерела двоокису азоту.....	12
1.3 Вплив на людину та навколишнє природне середовище.....	13
2 МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ.....	18
3 ХАРАКТЕРИСТИКА ВИХІДНОЇ ІНФОРМАЦІЇ.....	24
3.1 Характеристика регіону дослідження.....	24
3.2 Характеристика вихідних даних.....	27
4 АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	30
4.1 Просторово-часовий аналіз рівня забруднення атмосферного повітря NO ₂	30
4.2 Статистичний аналіз забруднення атмосферного повітря м. Одеса NO ₂	39
ВИСНОВКИ.....	50
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	54
ДОДАТОК.....	56

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ГДК_{мр} – максимально разова гранична допустима концентрація;

ГДК_{сд} – середньодобова гранична допустима концентрація;

КВП – контрольно-вимірний пост;

НМЛОС - неметанові летючі органічні сполуки.

ВСТУП

Проблема забруднення повітря не нова. Більше двох сторіч серйозні побоювання викликає забруднення повітря у великих промислових центрах багатьох європейських країн. Однак тривалий час ці забруднення мали локальний характер. Дим і кіптява забруднювали порівняно невеликі ділянки атмосфери й легко розбавлялися масою чистого повітря в той час, коли заводів і фабрик було небагато. Швидке зростання розвитку промисловості й транспорту в ХХ в. привів до того, що кількість речовин, викинутих у повітря, не може більше розсіюватися. Їхня концентрація збільшується, що спричиняє небезпечні й навіть фатальні наслідки для біосфери у ХХІ ст.

Одеса – місто, що виділяється у господарському комплексі України своїми транспортно-розподільчими функціями, розвиненою промисловістю. Загальна кількість підприємств, що у процесі діяльності впливають на стан атмосферного повітря складає понад 2535 суб'єктів господарювання, з них 489 підприємств, справляють або можуть справити шкідливий вплив на здоров'я людей і стан атмосферного повітря.

Протягом 2013 року у повітряний басейн області від стаціонарних джерел надійшло 26,196 тис.тонн шкідливих речовин, що на 1,971 тис.тонн (або на 7,0%) менше, ніж у 2012 році. Таке зменшення викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами за рахунок зменшення виробництва [1].

Викиди від транспортних засобів становлять 69,47% від загального обсягу викидів забруднюючих речовин в атмосферу. Інтенсивність забруднення атмосфери автомобільним транспортом безперервно збільшується через зростання загальної кількості автотранспорту, у тому числі приватного [2].

За результатами перевірок на багатьох підприємствах міста відсутній відомчий контроль за кількісним і якісним складом шкідливих речовин, що

викидають в атмосферу, експлуатація транспортних та інших пересувних засобів відбувається з перевищенням установлених нормативів, що є порушенням Законів України "Про охорону навколишнього природного середовища"[3] і "Про охорону атмосферного повітря" [4].

Метою дипломного проекту є здійснення комплексного аналізу забруднення атмосферного повітря міста Одеса двоокисом азоту в на протязі 2009 – 2013 рр.

Для досягнення поставленої мети ставляться такі завдання:

- дослідити динаміку викидів двоокису азоту в атмосферне повітря за п'ятирічний період та тенденції зміни стану якості атмосферного повітря у м. Одеса;

- розрахувати параметри статистичного розподілу концентрацій двоокису азоту за обраний розрахунковий період для усіх постів моніторингу;

- виконати дослідження просторового розподілу двоокису азоту по території міста.

Об'єкт і предмет дослідження. Об'єктом дослідження є забруднення атмосферного повітря м. Одеса на протязі 2009 – 2013 рр. Предметом дослідження є закономірності просторово-часового розподілу двоокису азоту в атмосферному повітрі Одеси.

Методи дослідження. Дослідження виконані із застосуванням класичних методів математичної статистики (розрахунок статистичних параметрів розподілу). Розрахунки та графічні побудови виконані за допомогою пакету прикладних програм статистичної обробки даних "STATISTICA 6.0" та програми „Microsoft Excel”.

Дипломний проект складається із переліку скорочень, вступу, чотирьох розділів, які містять сім підрозділів, висновків, переліку посилань (18 найменувань) та додатку.

Перший розділ присвячено дослідженню хімічних особливостей двоокису азоту, характеристиці джерел утворення цієї домішки, а також впливу на людину та навколишнє природне середовище.

В другому розділі викладено методику дослідження, у тому числі особливості побудови згрупованого ряду, розрахунок основних статистичних оцінок параметрів розподілу.

В третьому розділі розглядаються характеристика вихідної інформації та регіону дослідження.

В останньому четвертому розділі викладено та проаналізовано основні результати дослідження, а саме проаналізовано гістограми розподілу забруднюючої домішки, її основні статистичні оцінки моментів розподілу. Також досліджено часовий хід забруднюючого інгредієнту.

1 ДВООКИС АЗОТУ ЯК ЗАБРУДНЮЮЧА ДОМІШКА

Двоокис азоту - один з найпоширеніших забруднювачів атмосфери на сьогоднішній день. Забруднення атмосферного повітря двоокисом азоту містить у собі загрозу не тільки для здоров'я людей, але і наносить екологічну шкоду всьому природному середовищу. Негативний біологічний вплив двоокису азоту на рослини виявляється в знебарвленні листів, зів'яненні квіток, припиненні плодоносіння і росту.

Небезпека двоокису азоту полягає ще в тому, що він добре розчиняється у воді з утворенням кислотних дощів, а також вступає в фотохімічні реакції з граничними вуглеводнями, утворюючи фотохімічний смог одним із компонентів якого є токсичний продукт – формальдегід.

1.1 Хімічні властивості

Двоокис азоту - неорганічне з'єднання складу NO_2 . Являє собою газ жовто-бурого кольору. В умовах низьких температур стає безбарвним. Важчий за повітря. При нормальних умовах NO_2 змішаний (приблизно 1:1) з безбарвним речовиною (своїм димером) N_2O_4 . Хімія NO_2 добре вивчена [5].

При температурі понад 150°C оксид азоту(IV) починає розкладатися



При взаємодії з водою гідролізується, в результаті утворюються дві кислоти (азотиста і азотна):



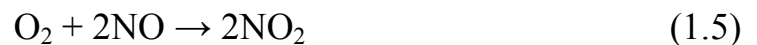
У реакціях з лугами утворюються солі цих же двох кислот:



Він є сильним окислювачем. Так він легко окислює сульфітний ангідрид SO_2 у сульфатний ангідрид SO_3 .



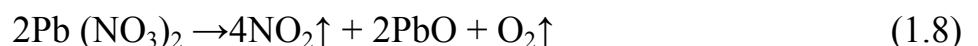
Двоокис азоту зазвичай утворюється в результаті окислення оксиду азоту киснем повітря:



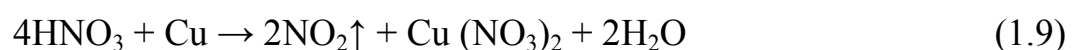
У лабораторії NO_2 отримують в два етапи: дегідратацією азотної кислоти до пентаоксиду діазота, який потім розкладають термічним шляхом:



В результаті термічного розкладання нітратів деяких металів також можна отримати NO_2 :



Окисел може утворюватися при взаємодії азотної кислоти (концентрованої) з металами (наприклад, міддю):



При впливі азотної кислоти (концентрованої) на олово, крім діоксиду азоту, утворюється олов'яна кислота в якості побічного продукту:



1.2 Джерела двоокису азоту

Більш 90% від загальної кількості викидів оксидів азоту потрапляють у повітряне середовище під час спалювання різних видів пального. Початковою формою є NO, який, перебуваючи в повітрі, окислюється киснем при високій температурі до NO₂.

Основні джерела, що впливають на викид діоксиду азоту в атмосферу:

- автотранспортні засоби, вихлопні гази яких вносять найбільший внесок у концентрацію речовини в міському повітрі;
- теплоелектростанції;
- промислові підприємства, зокрема, нафтопромислового і металургійної галузі, а також заводи, що виробляють азотну кислоту і різні добрива;
- спалювання твердих відходів (зокрема, на сміттєспалювальних заводах).

Бурий відтінок газу дозволяє спостерігати його візуально в повітрі великих міст, де добова динаміка концентрацій оксидів азоту досить тісно пов'язана з інтенсивністю руху автотранспортних засобів і сонячного випромінювання. У ранкові години зростання кількості автомобілів на дорогах призводить до помітного підвищення вмісту монооксиду азоту, який зі сходом сонця в результаті фотохімічного окислення переходить в NO₂. Також бурий колір мають викиди деяких хімічних підприємств. Особливо помітні вони влітку [6].

1.3 Вплив на людину та навколишнє природне середовище

Серед усіх окислів групи NO_x найнебезпечнішим для навколишнього середовища і людини є саме двоокис азоту. Клас безпеки - другий. Це означає, що NO_2 відноситься до високонебезпечних речовин. Гранично допустима максимально-разова концентрація (ГДК) діоксиду азоту в повітрі населених пунктів дорівнює $0,2 \text{ мг/м}^3$, середньодобова - $0,04$.

Для повітря робочої зони встановлено інші нормативні значення. Так, значення гранично допустимої концентрації (ГДК_{мр}) становить 2 мг/м^3 сполуки (діоксид азоту). Клас безпеки - третій. Тобто NO_2 віднесений до небезпечних речовин.

Речовина характеризується високою токсичністю. Діоксид азоту в повітрі, навіть перебуваючи у відносно невеликих концентраціях, здатний приводити до істотних змін в організмі людини. Є гострим подразником, а також характеризується загальнотоксичною дією. Впливає в основному на органи дихальної системи. В залежності від концентрацій спостерігаються різні наслідки - від слабого подразнення слизових оболонок очей і носа до набряку легенів. Також може призводити до змін складу крові, в Зокрема, сприяє зменшенню вмісту гемоглобіну.

Навіть якщо концентрація двоокису азоту буде невисокою, люди здатні відчувати його специфічний запах. Пороговим значенням фіксації газу в повітрі для людини вважається $0,23 \text{ мг}$ на куб. метр. Але при вдиханні діоксиду азоту протягом 10 хвилин втрачається здатність відчувати його аромат, що говорить про негативний вплив на нюх, що виражається в його ослабленні. При цьому спостерігаються неприємна сухість в горлі і роздратування слизової, які проходять при концентрації, що перевищує порогове значення виявлення в 15 разів. Однак на зміну приходять інші, більш серйозні симптоми, які означають негативний вплив двоокису азоту на органи дихання.

Одним з наслідків комплексного впливу на слизові оболонки є погіршення здатності людини бачити в сутінках. Втрачається можливість пристосування до відсутності світла. Порогова концентрація по зміні світлової чутливості ока становить 0,14 мг на куб. метр. Враховуючи те, що значення нюхового сприйняття майже в два рази вище, можна говорити про здатність газу негативно впливати і при цьому залишатися непоміченим.

При відносно невисоких концентраціях діоксид азоту в атмосфері здатний порушувати дихання. Так, вже при вмісті його в повітрі 0,056 мг на куб. метр у здорової людини спостерігається підвищення опору дихальних шляхів. Згідно з інформацією Всесвітньої Організації Охорони Здоров'я, у людей, які страждають хронічними захворюваннями дихальної системи, дані симптоми спостерігаються вже при вмісті NO_2 в повітрі, рівному 0,04 мг на куб. метр.

Результатом впливу великих концентрацій оксидів азоту можливо набряк легенів. Це пояснюється наступним. При попаданні в організм і взаємодії з вологою діоксид та оксид азоту утворюють азотисту і азотну кислоти, що роз'їдають стінки альвеол легенів. Вони, як і кровоносні капіляри, стають легко проникними. В результаті сироватка крові потрапляє в порожнину легенів. При вдиханні повітря з рідиною утворюють піну, яка порушує нормальний газообмін, що призводить до виникнення набряку легенів.

При тривалому впливі оксидів азоту людина стає більш сприйнятливим до патогенів, які викликають хвороби дихальних шляхів. Погіршується опірність легень до бактеріям, що розширюються альвеоли, клітини у корінцях бронхів, частіше спостерігаються бронхіти, запалення легенів та ін.

У людей, страждають серцево-судинними захворюваннями і хронічними хворобами дихальних доріг, легше розвиваються ускладнення у разі виникнення короткочасних респіраторних інфекцій, оскільки у них більше розвинена чутливість до прямих впливів такого з'єднання, як діоксид азоту.

Азотиста кислота, що утворюється при взаємодії із вологою в дихальних шляхах, вступає в реакцію з лужними компонентами тканин, перетворюючись в результаті в нітрити та нітрати. Вплив цих речовин викликає ряд негативних наслідків. Так, нітрити, всмоктуючись у кров, призводять до пригнічення центральної нервової системи, утворення метгемоглобіну, гемолізу, білірубинемії, розширюють кровоносні судини, знижують артеріальний тиск і ін. Нітрати ж при знаходженні в кишечнику здатні трансформуватися в канцерогенні речовини - нітрозаміни.

Згідно ряду літературних джерел, вплив двоокису азоту на організм людини знижує його опірність до захворювань, приводить до кисневого голодування тканин. Особливо гостро це проявляється у дітей. Також діоксид азоту сприяє підвищенню дії канцерогенних речовин і виникнення в результаті цього злоякісних новоутворень.

Деякі з дослідників пов'язують підвищену смертність від ракових і серцево-судинних захворювань в певних районах з високим вмістом NO_2 в повітряному середовищі.

Тривала робота в умовах присутності діоксиду азоту в повітрі призводить до розвитку хронічних захворювань, найбільш поширеними серед яких є: трахеїт, бронхіт, перфорація носової перегородки, пневмосклероз та ін.

У людей, які працювали протягом 3-5 років при вмісті NO_2 в повітрі робочої зони 0,8-5 мг на куб. метр, спостерігалися хронічні бронхіти, запальні зміни слизової оболонки ясен, ускладнений астмоїдними нападами пневмосклероз, бронхоектазів. Крім того, відзначалися підвищення максимальної осмотичної резистентності еритроцитів, прискорення згортання крові, тенденція до гіпотонії, гранулоцитоз, зниження активності каталази, вмісту цукру і рівня глобулінів і альбумінів у крові.

У дітей, які проживають на територіях, де діоксид азоту був присутній в концентраціях 0,117-0,205 мг на куб. метр, виявлені зміни обсягу форсованого видиху, підвищення захворюваності. Крім того, в мазках крові

спостерігалися зміни в конфігурації лімфоцитів і моноцитів, збільшення резистентності еритроцитів [7].

Оксиди азоту NO_x можуть впливати на рослини трьома шляхами: прямим контактом з рослинами; через що утворюються в повітрі кислотні опади; побічно – шляхом фотохімічного утворення таких окислювачів.

Прямий вплив NO_x на рослини визначається візуально за пожовтіння або побуріння листя і голок, що відбувається в результаті окислення хлорофілу. Окислення жирних кислот в рослинах, що відбувається одночасно з окисненням хлорофілу, крім того, призводить до руйнування мембран і некрозу. Утворюється при цьому в клітинах азотиста кислота має мутагенну дію. Негативний біологічний вплив NO_x на рослини проявляється в знебарвленні листя, в'яненні квіток, припинення плодоношення і росту. Така дія пояснюється утворенням кислот при розчиненні оксидів азоту в міжклітинної та внутрішньоклітинної рідини.

Ботаніки вважають, що початкові симптоми пошкодження рослин оксидами азоту проявляються в безладному поширенні обесцвечиваючих плям сіро-зеленого відтінку. Ці плями поступово грубіють, висихають і стають білими. Оксиди азоту токсичні при концентрації 3 млн⁻¹. Для порівняння: сірчистий газ, що викликає ураження рослин при більшій концентрації (5 млн⁻¹).

Порушення росту рослин під дією NO₂ спостерігаються при концентраціях 0,35 мг/м³ і вище. Це значення є граничною концентрацією. Небезпека пошкодження рослинності діоксидом азоту існує тільки у великих містах і промислових районах, де середня концентрація NO₂ становить 0,2 – 0,3 мг/м³.

Рослини більш стійкі порівняно з людиною) до впливу чистого діоксиду азоту. Це пояснюється особливостями засвоєння NO₂, який відновлюється в хлоропластах і як NH₂ - групи входить в амінокислоти. При концентрації 0,17 – 0,18 мг/м³ оксиди азоту використовуються рослинами в якості добрив. Ця здатність до метаболізованню NO_x людині не властива.

Руйнівна дія NO_2 на рослини посилюється в присутності діоксиду сірки. Це підтверджено на дослідах, проведених з наступними породами дерев: тополя чорна, береза плакуча, вільха біла, липа дрібнолиста. Ці гази мають синергізмом, і в атмосфері часто присутні разом. У той час як дія діоксиду азоту багато рослин переносять у концентрації до $0,35 \text{ мг/м}^3$, в присутності діоксиду сірки таку ж кількість NO_2 може завдати їм шкоди.

Отже, двоокис азоту в атмосферному повітрі може вкрай негативно позначатися на організмі людини та довкіллю. На жаль, перевищення допустимих концентрацій цієї речовини в повітрі - не рідкість. Тому досить актуальними на сьогоднішній день є питання, що стосуються розробки заходів, спрямованих на зниження викидів діоксиду азоту в атмосферу які мають як екологічне, так і санітарно-гігієнічне значення.

2 МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

Кожний фізичний параметр атмосфери чи гідросфери залежить один від одного, а також від зовнішніх впливів і випадковим чином змінюється за часом та у просторі, утворюючи випадкові поля або послідовності.

Обробка і аналіз систем випадкових величин проводиться за допомогою спеціально розробленого апарату досліджень, що складає методи математичної статистики. Тому гідрометеорологічна інформація повинна задовольняти вимогам, котрі пред'являються до статистичної інформації [8].

Статистичний ряд (вибірка) – обмежена кількість значень випадкової величини, добути випадковим чином із генеральної сукупності. Тому статистичні ряди називають вибірками із генеральної сукупності. Вибірки випадкові та число їх безмежне.

Важливою ознакою ряду є його об'єм. “Об'єм” – кількість членів, що складають сукупність.

Вибірки характеризуються статистичними оцінками параметрів.

Значення параметра генеральної сукупності, яке розраховують на основі вибірки, називають статистичною оцінкою ($\hat{\theta}$) цього параметра θ і позначають символом “^”.

Первинною формою зображення екологічної інформації є простий статистичний ряд, значення якого розташовуються в хронологічній послідовності.

Вихідні дані подаються у вигляді простого статистичного ряду головним чином у тих випадках, коли задача дослідження полягає у вивченні особливостей їх часової мінливості. Якщо така задача не ставиться, то ряди випадкових величин можуть зображатися у більш компактній формі – у вигляді згрупованого ряду [9].

Побудова згрупованого ряду на основі простого статистичного ряду проводиться наступним чином [10]:

- 1) визначають область значень величини X $[x_{min}; x_{max}]$, де x_{min} – мінімальне, x_{max} – максимальне значення із вихідного ряду даних;
- 2) всі члени вихідного ряду ранжуються – розташовуються в напрямку їх збільшення (або зменшення);
- 3) знаходять k – кількість часткових інтервалів (градацій), на які треба поділити область значень. Для цього використовується формула:

$$k = 5 \lg n , \quad (2.1)$$

де n – об'єм ряду.

У випадку коли k не є цілим числом, його округлюють до цілого.

- 4) знаходиться довжина часткового інтервалу c за формулою:

$$c = \frac{x_{max} - x_{min}}{k} ; \quad (2.2)$$

- 5) визначається значення випадкової величини X на межах часткових інтервалів. Для i -того часткового інтервалу, значення величини X на лівій межі є $[x_{min} + (i-1)c]$, а на правій – $[x_{min} + ic]$. Можна позначати ліву межу часткового інтервалу як x_{i-1} , а праву – x_{i+1} ($i = \overline{1, k}$).

Кінець попередньої і початок наступної градацій будуть повторюватися. Тому треба визначити закриті й відкриті межі градацій, тобто встановити, яку з величин враховувати в даній градації, щоб виключити повторення одних і тих же значень випадкової величини X , які дорівнюють значенню на межі градації. Як правило, відкритою вважається ліва межа градації, закритою – права. Таким чином, до градації відносяться значення випадкової величини, що дорівнюють значенню правої межі, наступні значення X відносяться до наступного інтервалу [9, 10];

6) підраховують кількість членів ряду, що потрапляють до кожного i -того часткового інтервалу – m_i ($i=1,2,\dots,k$). Величини m_i називають інтервальними емпіричними частотами. Сума частот по всіх часткових інтервалах дорівнює об'єму вибірки X ,

7) розраховують інтервальні частоти p_i (відносні інтервальні частоти) за формулою:

$$p_i = \frac{m_i}{n}. \quad (2.3)$$

8) знаходять \tilde{x}_i – значення випадкової величини X на середині кожного часткового інтервалу за формулою:

$$\tilde{x}_i = \frac{x_{i-1} + x_{i+1}}{2} \quad (i = \overline{1,k}). \quad (2.4)$$

Згрупованим називають такий ранжований статистичний ряд, який представляють сукупністю значень випадкової величини X на серединах часткових інтервалів \tilde{x}_i і відповідних інтервальних частот m_i , або частостей p_i :

$$X : \begin{cases} \tilde{x}_1, \tilde{x}_2, \tilde{x}_3, \dots, \tilde{x}_i, \dots, \tilde{x}_k \\ m_1, m_2, m_3, \dots, m_i, \dots, m_k \end{cases} \quad (i = \overline{1,k}). \quad (2.5)$$

Згрупований ряд, може зображатися за допомогою діаграм: гістограми чи полігону.

Гістограма – це система прямокутників, основи яких дорівнюють довжині часткового інтервалу, а висоти – відповідним інтервальним частотам (або частостям). Якщо точки з координатами $(\tilde{x}_i; m_i)$ або $(\tilde{x}_i; \hat{p}_i)$ з'єднати

відрізками прямої, то отриману таким чином діаграму називають полігоном [7, 8].

Основні властивості випадкових величин характеризуються початковими, центральними та основними моментами розподілу різних порядків (l).

Оцінка першого початкового моменту розподілу ($\hat{\nu}_1$) є оцінкою математичного сподівання (\hat{m}_x) і дорівнює середньому значенню (\bar{x}) випадкової величини X :

$$\hat{\nu}_1 = \hat{m}_x = \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k \tilde{x}_i m_i \quad (2.6)$$

Статистичної оцінка центрального моменту розподілу другого порядку на основі згрупованого ряду розраховується за формулою:

$$\hat{\mu}_2 = \hat{\sigma}_x^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k (\tilde{x}_i - \bar{x})^2 m_i, \quad (2.7)$$

Центральні моменти розподілу оцінюються, починаючи з другого моменту ($l=2$), тому, що перший центральний момент завжди дорівнює нулю, як і його оцінка. Центральний момент другого порядку має сенс дисперсії випадкової величини: $\mu_2 = \sigma_x^2$.

Статистична оцінка другого центрального моменту розподілу, що розраховується за формулою (2.7), є зсуненою оцінкою дисперсії [9].

Незсунену, ефективну та умотивовану оцінку дисперсії випадкової величини X позначають S_x^2 і розраховують за формулою (2.8):

$$S_x^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^k (\tilde{x}_i - \bar{x})^2 m_i. \quad (2.8)$$

Статистична оцінка середнього квадратичного відхилу дисперсії розраховується за формулою:

$$S_x = \sqrt{S_x^2}. \quad (2.9)$$

Оцінка третього основного моменту характеризує асиметрію кривої розподілу інтервальних частот (або частот) і називається коефіцієнтом асиметрії: $\hat{r}_3 = As$.

$$As = \hat{r}_3 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k \frac{(\tilde{x}_i - \bar{x})^3 m_i}{S_x^3} \quad (2.10)$$

Крива розподілу має правосторонню асиметрію якщо $As > 0$, і лівосторонню – якщо $As < 0$. Вона є симетричною відносно центру розподілу, якщо $As = 0$ (рис 2.1) [6].

Крім асиметрії, крива розподілу, порівняно з кривою нормального розподілу, може бути витягнутою або сплюснутою (рис 2.2). Мірою цього є коефіцієнт ексцесу E :

$$E = r_4 - 3 = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^k \frac{(\tilde{x}_i - \bar{x})^4 m_i}{S_x^4} \right) - 3. \quad (2.11)$$

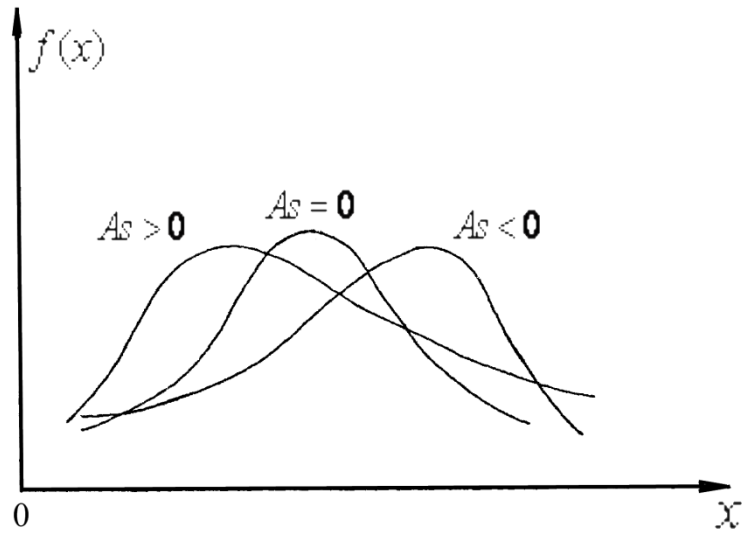


Рис. 2.1 – Форми кривих розподілу при різних значеннях коефіцієнту асиметрії

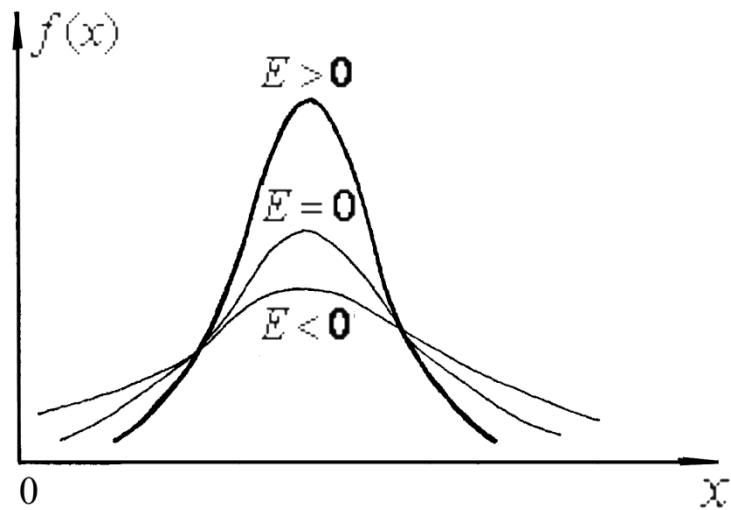


Рис. 2.2 – Форми кривих розподілу при різних значеннях коефіцієнту ексцесу

3 ХАРАКТЕРИСТИКА ВИХІДНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

3.1 Характеристика регіону дослідження

Одеса розташована на північно-західному узбережжі Чорного моря, на перетині шляхів з Північної та Центральної Європи на Близький Схід та в Азію, у центрі Одеської області, між Біляївським, Овідіопольським та Комінтернівським районами. Місто знаходиться у східноєвропейському часовому поясі. Площа міста сягає 162,42 км² [11], густота населення — 6240,7 осіб/км² [12]. Джерела питної води на території міста нині — це бюветні комплекси, а також централізоване постачання водою Одеси та прилеглих околиць, що здійснюється з річки Дністер по 40-кілометровому водогіну через водозабір в місті Біляївка [13]. Поблизу міста знаходяться три великих лимани: Куяльницький, Хаджибейський та Сухий.

Місто розташоване на відстані близько 39 кілометрів від кордону з Молдовою. Зокрема, саме така відстань між Одесою та пунктом пропуску через державний кордон України «Маяки-Удобне».[14] Одеса розташована у Причорноморській низовині. Середня висота міста над рівнем моря — 50 метрів. Найвища точка Одеси — Жевахова гора (65 метрів над рівнем моря), а найнижча — Куяльницький лиман (4,2 метри нижче рівня моря).

Загалом, клімат Одеси є помірно континентальним, з м'якою зимою, відносно затяжною весною, теплим і довгим, нерідко дуже спекотним, літом, а також довгою та теплою осінню. Середньорічна температура повітря становить +10,1 °С, найнижча вона у січні (-1,7 °С), найвища — в липні (+21,4 °С). В середньому за рік в Одесі випадає 464 мм атмосферних опадів, найменше — у жовтні, найбільше — в липні. Мінімальна річна кількість опадів (196 мм) спостерігалась у 1921 році, максимальна (765 мм) — у 2004 році. Максимальну добову кількість опадів (103 мм) зафіксовано 8 червня 1926 року. У середньому за рік у місті спостерігається 112 днів з опадами;

найменше їх (6) у вересні, найбільше (14) — у грудні. Відносна вологість повітря становить в середньому 76 %, найменша вона в серпні (66 %), найбільша — у грудні (84 %). Найменша хмарність спостерігається в серпні, найбільша — у грудні. Найбільшу повторюваність в Одесі мають вітри з півночі, найменшу — з південного сходу. Найбільша швидкість вітру спостерігається у січні-лютому, найменша у червні-липні. У січні вона в середньому становить 4,6 м/с, у липні — 3,2 м/с. Найбільше ясних днів спостерігається у серпні, найменше — у грудні. Протягом року в Одесі спостерігаються різноманітні атмосферні явища: гроза, туман, роса, ожеледиця тощо. Зокрема, туман найчастіше спостерігається у січні-березні, гроза — у червні та липні [15].

Одеса є великим портом України та має два портові міста-супутники — Чорноморськ (на Сухому лимані) та Южне (на Григорівському лимані). Цей портовий вузол простягається вздовж Чорноморського узбережжя на 60 кілометрів та створює досить напружену екологічну обстановку для морської екосистеми регіону. Забруднення морського середовища відбувається через викиди в море неочищених або недостатньо очищених стічних вод Одеси, а також забрудненого поверхневого стоку з міської території. Є загроза дії небезпечних виробництв у зоні Одеської затоки. У випадку розливу аміаку з аміаковозів і попадання його в атмосферу зона небезпечною для життя ураження охопить весь берег Одеси, починаючи з міста Южне, включаючи саму Одесу, Крижанівку, Фонтанку, Нову Дофіновку. Після закінчення будівництва терміналу для нафти на 40 мільйонів тон, з технологічною платформою на відстані 20 кілометрів від берега у випадку катастрофи можуть утворюватися смертельно-небезпечні території у радіусі 7,5 кілометрів; помірно небезпечний регіон у радіусі 12,5 кілометрів. Забрудненню атмосфери та утворенню значної кількості стічних вод сприяють промислові об'єкти машинобудування, хімії та нафтохімії, переробки риби та сільгосппродукції. 75 % сумарного викиду забруднювачів в атмосферу дає автомобільний транспорт та, частково, морські судна,

особливо влітку. Очисні споруди Одеси перевантажені та застарілі. Досить часто відбуваються розриви каналізації, і в море потрапляє велика кількість забруднених стічних вод. Практично після кожної зливи одеські пляжі закриваються для купання через небезпечний санітарний стан морського середовища на узбережжі. Річки Дунай, Дніпро та Дністер разом узяті виносять у море за рік близько 100 тисяч тон фосфатів, до 1 мільйону тон нітратів та понад 2 мільйонів тон органічних речовин. Через окислення органічних речовин у воді зникає кисень. Вміст небезпечної для здоров'я бактеріальної мікрофлори у морській воді перевищує норми в сотні тисяч разів.

З 1965 по 1980 рік з метою запобігання зсувів уздовж берегової лінії було збудовано споруди від зсувів — хвилеломи та буни. Ці споруди не тільки відокремили пляжну зону від моря, туди вивели труби дренажних систем, якими скидають щорічно до 20 мільйонів кубічних метрів прісної води. Внаслідок цього морська вода на узбережжі опрісніла настільки, що більшість морських тварин-біофільтраторів загинуло. Окрім того, споруди порушили природний водообмін, і пляжні місця для купань практично перетворилися на стічні канали, де купатися та бути на березі небезпечно через обсіменіння піску небезпечними бактеріями. В одному літрі морської води було виявлено понад 250 тис. клітин кишкової палички, а максимальна кількість бактерій в одному літрі морської води на популярному пляжі Аркадія досягала 2,4 мільйонів клітин [16, 17, 18].

У м. Одесі розташовано майже 137 найбільш потужних підприємств. Викиди шкідливих речовин в атмосферу від стаціонарних джерел -15,164 тис. т/р, від усіх видів транспорту (крім діоксиду вуглецю) - 59,673 тис. т/р склали 74,837 тис. т/р, в тому числі тверді – 1,640 тис. т/р, сполуки сірки – 1,109 тис. т/р, оксид вуглецю – 45,747 тис. т/р, сполуки азоту – 8,532 тис. т/р, метан (вуглеводні) – 9,545 тис. т/р. та неметанові летючі органічні сполуки (НМЛОС) – 8,222 тис. т/р, інші – 0,042 тис. т/р. Крім того викиди діоксиду

вуглецю склали 1632 тис. т; у тому числі стаціонарними джерелами 868,1 тис. т, пересувними джерелами 763,7 тис. т.

Хімічний склад викидів шкідливих речовин від стаціонарних та пересувних джерел у 2014 р.: оксид вуглецю – 61,1 %; сполуки азоту – 11,4 %; вуглеводні – 12,8 %; НМЛОС – 11,0 %; сполуки сірки – 1,5 %; тверді частинки – 2,19 %; інші – 0,06 %.

Основна частина шкідливих речовин, викинутих у повітряний басейн протягом 2014 р., потрапила від усіх видів транспорту – 59,673 тис. т, у тому числі від автотранспорту – 55,750 тис. т, авіаційного, залізничного та морського транспорту – 3,922 тис. т.

Основний вклад у викиди від стаціонарних джерел вносять підприємства Держхіму, Держнафтогазу, Мінпромислової політики, Міненерго. Найбільш значними забруднювачами являються: ВАТ «Одесагаз» (8,690 тис. т); Припортовий завод м. Южного (2,092 тис. т); КП «Теплопостачання міста Одеси» (1,258 тис. т); філія «Інфоксводоканал» (1,173 тис. т); ВАТ «Лукойл»- Одеський Нафтопереробний завод (0,9419 тис. т); ДП Одеський морський порт (0,066 тис. т) [19].

3.2 Характеристика вихідних даних

Атмосферне повітря міста завжди містить в собі багато домішок, що поступають від природних та антропогенних джерел. Моніторинг стану забруднення атмосферного повітря м. Одеса здійснюють на 8 контрольно-вимірних постах (КВП), які розміщені в різних районах міста. Регулярні спостереження на КВП проводяться по повній програмі спостережень (4 рази на добу).

Пост N8 розташований в прибережній зоні моря на Французькому бульварі на території Гідрометеорологічного центру Чорного та Азовського морів на значній відстані від промислових підприємств автодоріг. Пости №10,15, 17, розташовані в північній і північно-західній частинах міста (N10 –

вул. Чорноморського козацтва, N15 - Херсонський сквер, N 17 – автовокзал), де знаходяться основні джерела викидів небезпечних речовин: нафтопереробний, цементний, лакофарбовий заводи та ін. Пости № 16,18,19 знаходяться в тих районах міста, де найбільший рух автотранспорту: перехрестя Олександрівського проспекту та вул. Б. Арнаутської (N16), 1 ст. Люстдорфської дороги (N19) та вул. Балківська (N18). КВП N20 знаходиться на перехресті Італійського бульвару та вул. Канатній. Цей пост розташований на деякій відстані (близько 30 м) від автодоріг і в зеленій зоні. Карта-схема розташування КВП представлена на рис. 3.1.

Дана мережа КВП проводить моніторинг найпоширеніших шкідливих речовин, а саме: оксиду вуглецю, двоокису сірки, сажі, окису та двоокису азоту, фенолу, формальдегіду, фтористого водню та неорганічного пилу.

Для дослідження забруднення атмосферного повітря у якості забруднюючої домішки обрано двоокис азоту. Цей вибір обумовлено тим, що двоокис азоту міститься у викидах майже всіх антропогенних джерел забруднення атмосферного повітря м. Одеса.

Інформація була відібрана за період з 2 січня 2009 року по 31 грудня 2013 року з 8-ми КВП і являє собою разові концентрації двоокису азоту (мг/м^3), що вимірялись 4 рази на добу. Методом осереднення були отримані середньодобові значення концентрацій двоокису азоту. Таким чином ряд даних середньодобових концентрацій двоокису азоту склав для кожного КВП 1493 значення, крім КВП №20. На КВП №20 вимірювання концентрацій двоокису азоту не проводилися з 30.04.2010р. по 15.09. 2012р. включно. Тому ряд даних для КВП №20 склав 790 значень середньодобових концентрацій двоокису азоту.

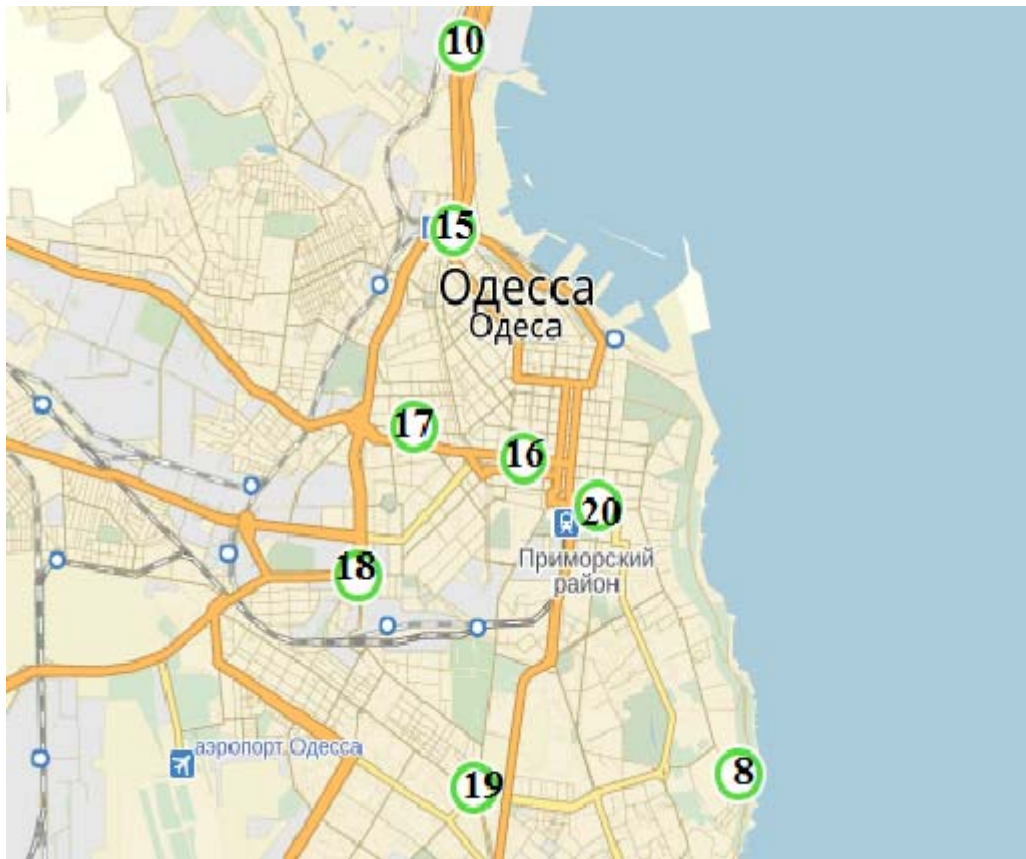


Рис.3.1 - Схема розташування контрольно-вимірних постів м.Одесса

4 АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

За даними вимірювань концентрацій двоокису азоту за період 2009-2013 рр. зроблений просторово-часовий аналіз рівня забруднення атмосферного повітря м. Одеса. Вимірювання концентрації двоокису азоту здійснюються чотири рази на добу. На основі строкових концентрацій двоокису азоту сформовані вибірки середньодобових значень концентрації зазначеного інгредієнта. Вони й стали основою для дослідження особливостей забруднення двоокисом азоту атмосферного повітря у місті.

Важливими статистичними характеристиками стохастичного ряду є його максимальне і мінімальні значення, середні значення і середньоквадратичні відхилення, коефіцієнти асиметрії та ексцесу.

Саме ці характеристики дають можливість проаналізувати просторово-часову динаміку розподілу забруднюючої величини.

4.1 Просторово-часовий аналіз рівня забруднення атмосферного повітря NO_2

За даними середньомісячних концентрацій NO_2 побудовані часові ряди для кожного контрольно-вимірною поста міста. Вони зображені на рисунках 4.1 - 4.9.

На наведених графіках прослідковується річний хід, тобто зимою та весною концентрації діоксиду азоту збільшуються, а влітку та восени зменшуються. Така періодичність пов'язана зі зміною теплих і холодних періодів року. У холодні періоди року збільшується навантаження на обігрів помешкань. У зимовий період спалюється велика купа топлива, що є потужним джерелом потрапляння діоксиду азоту до атмосферного повітря. Також значний вплив чинить автотранспорт, так як у зимовий період двигуни багатьох автомобілів потребують прогріву, і викиди забруднюючих речовин, зокрема й діоксида азоту, набувають найбільших значень.

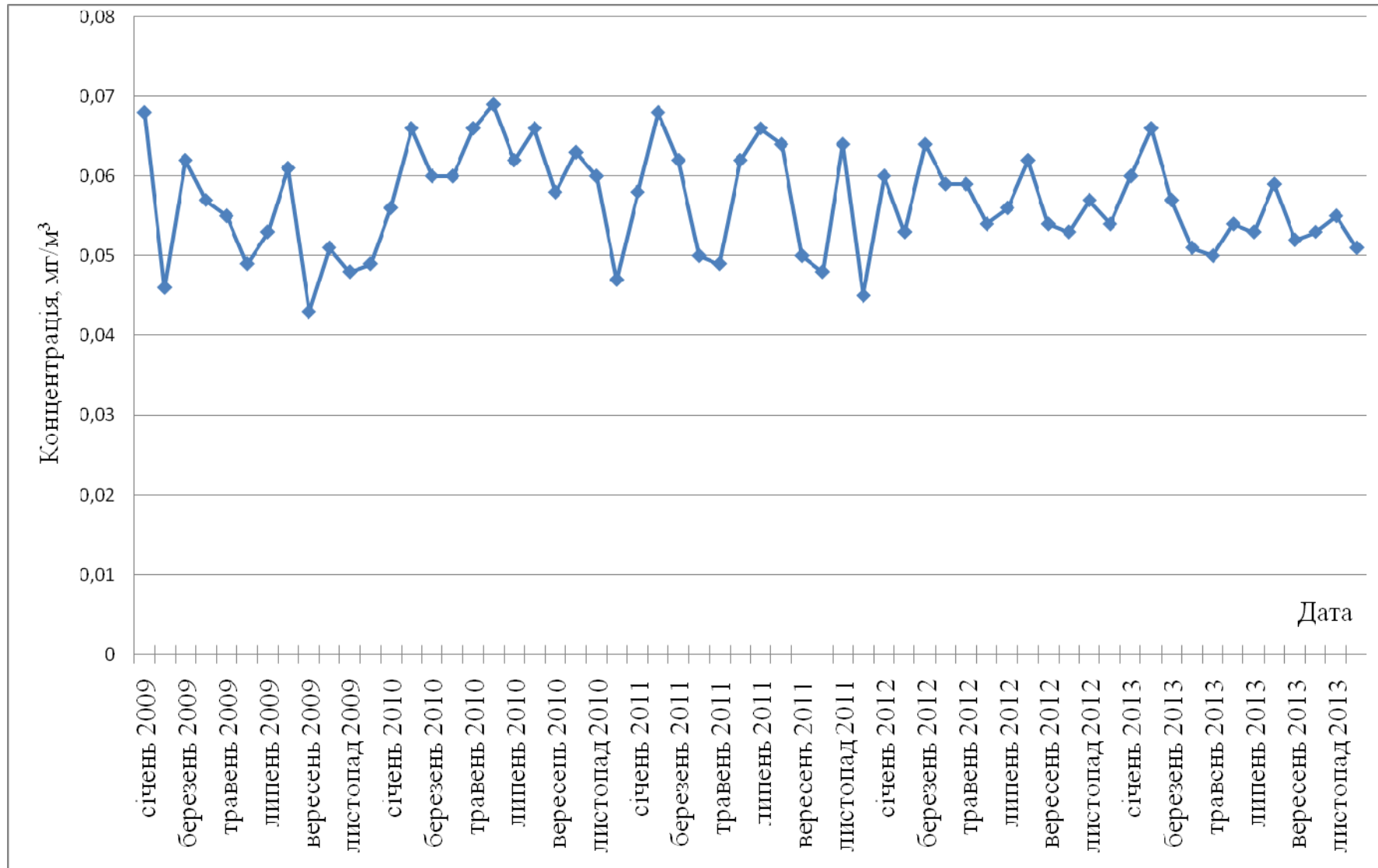


Рис.4.1 - Часовий хід середньомісячної концентрації діоксиду азоту, КВП №8, м. Одеса, 2009-2013 рр

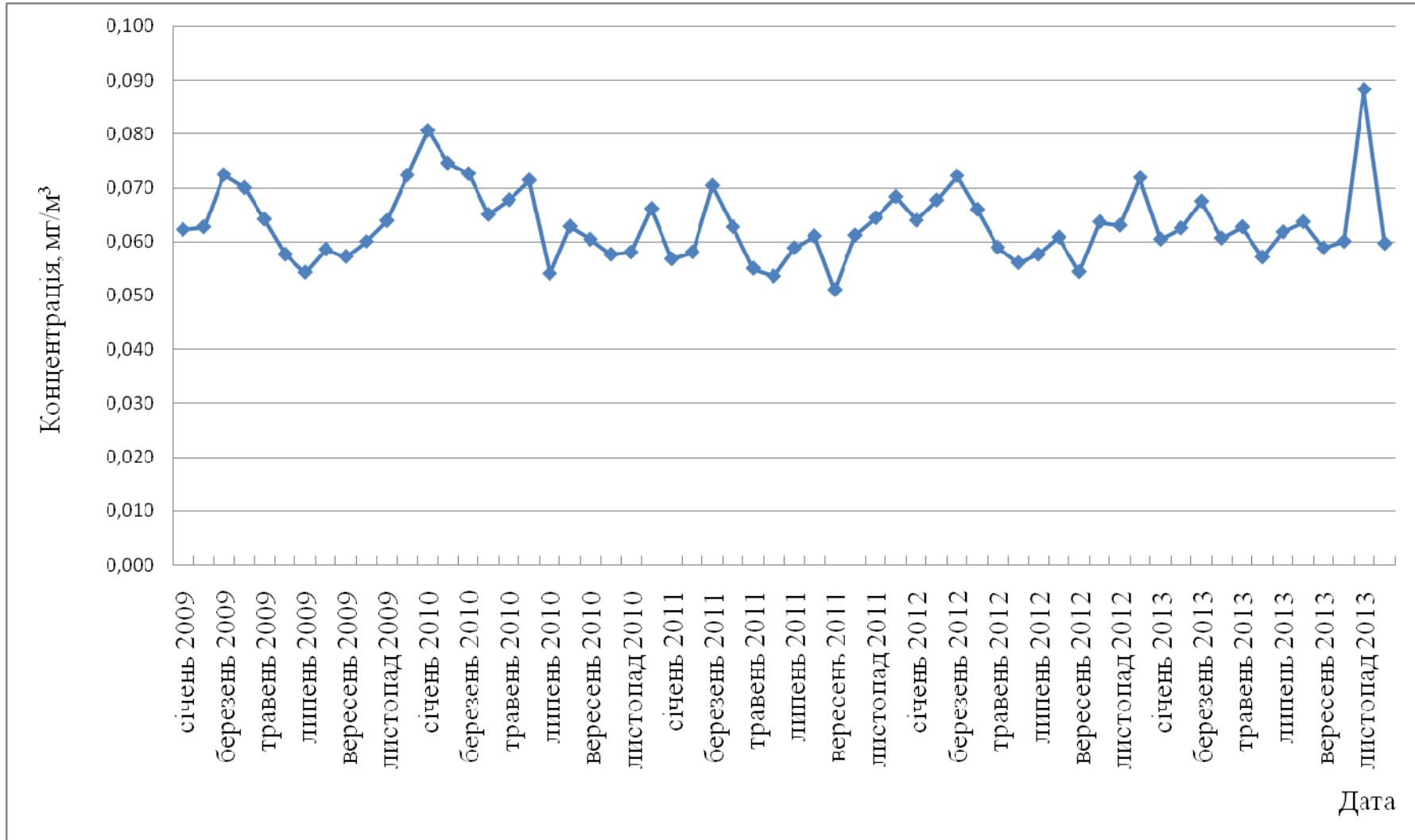


Рис.4.2 - Часовий хід середньомісячної концентрації діоксиду азоту, КВП №10, м. Одеса, 2009-2013 рр

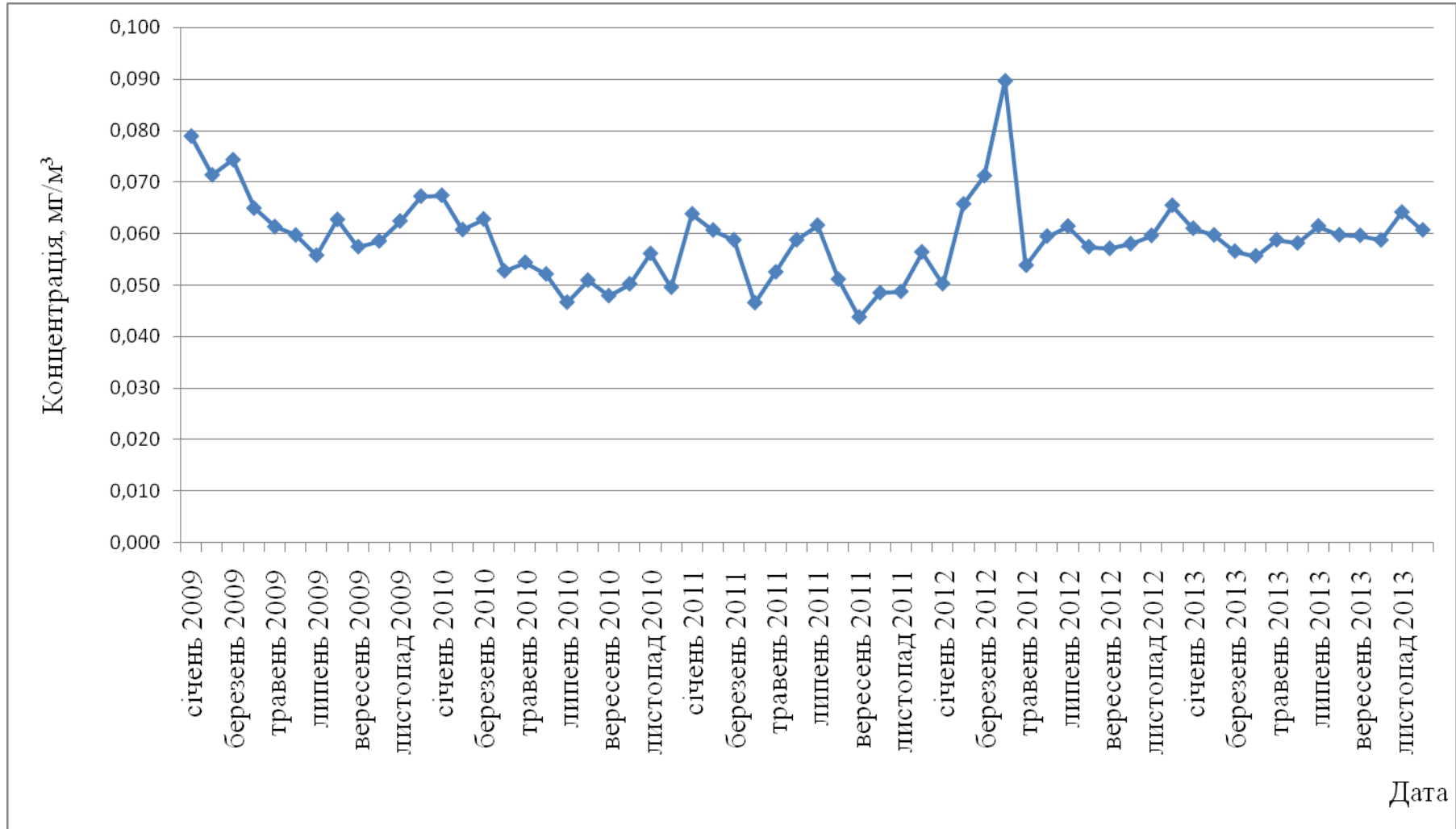


Рис.4.3 - Часовий хід середньомісячної концентрації діоксиду азоту, КВП №15, м. Одеса, 2009-2013 рр

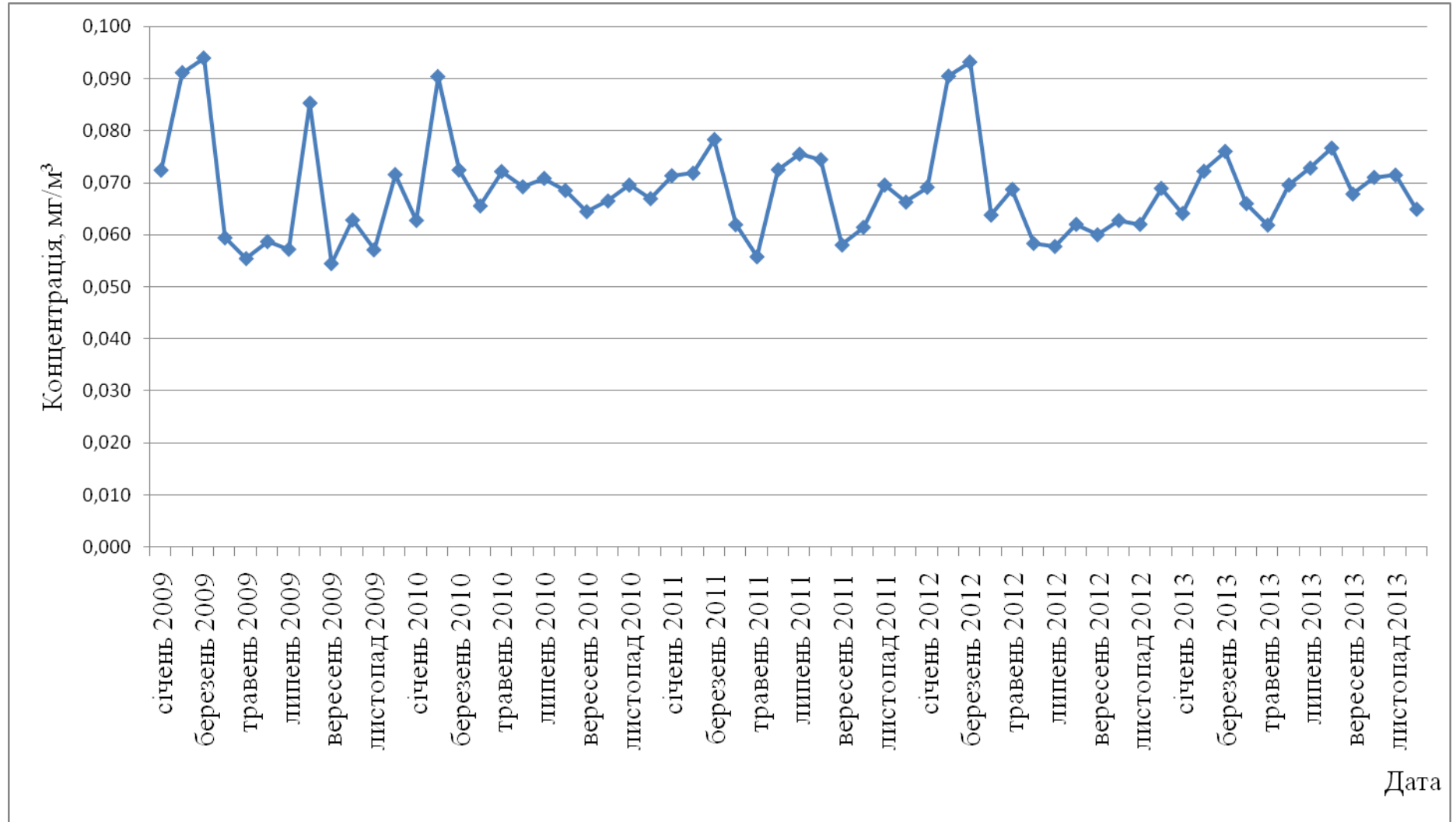


Рис.4.4 - Часовий хід середньомісячної концентрації діоксиду азоту, КВП №16, м. Одеса, 2009-2013 рр

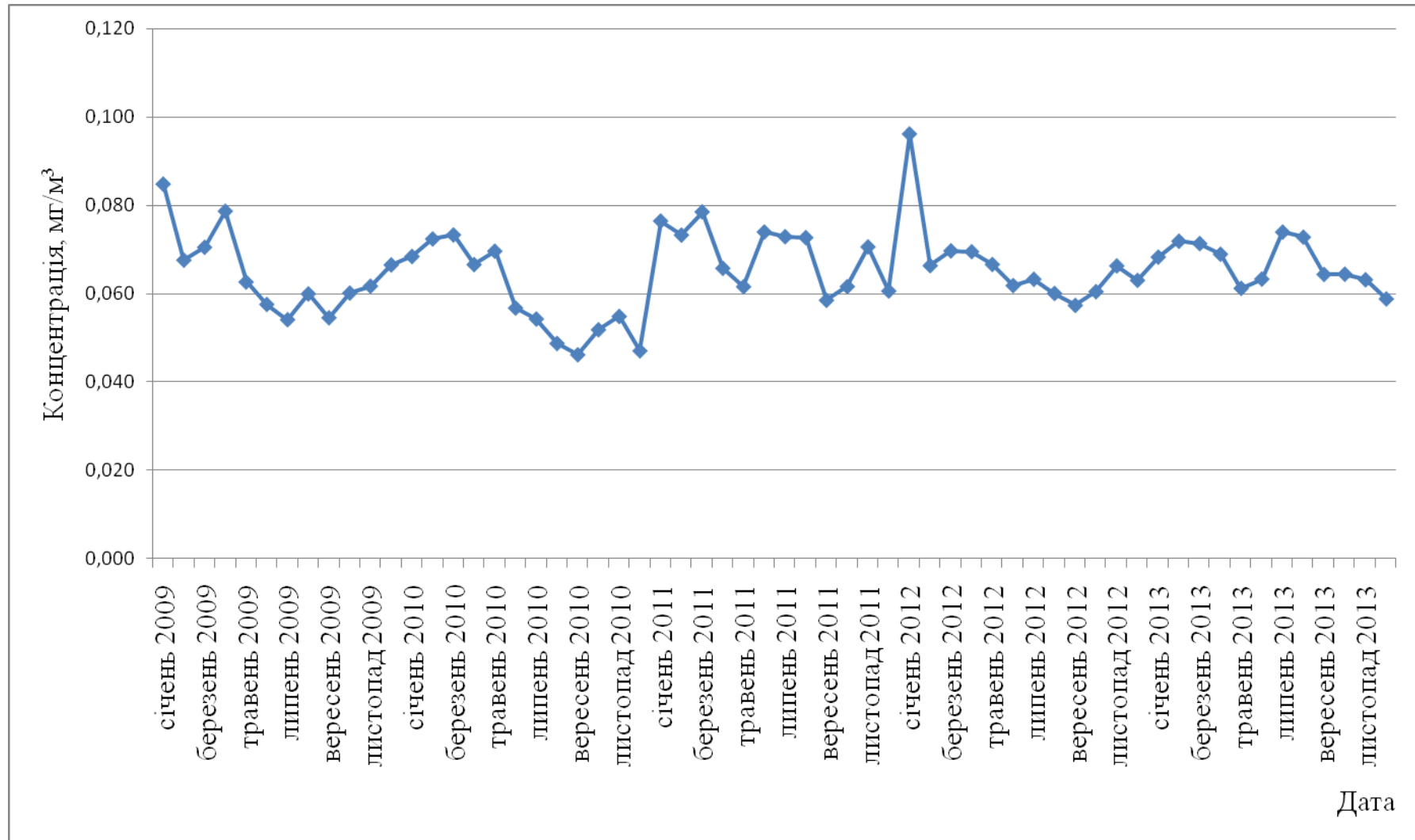


Рис.4.5 - Часовий хід середньомісячної концентрації діоксиду азоту, КВП №17, м. Одеса, 2009-2013 рр

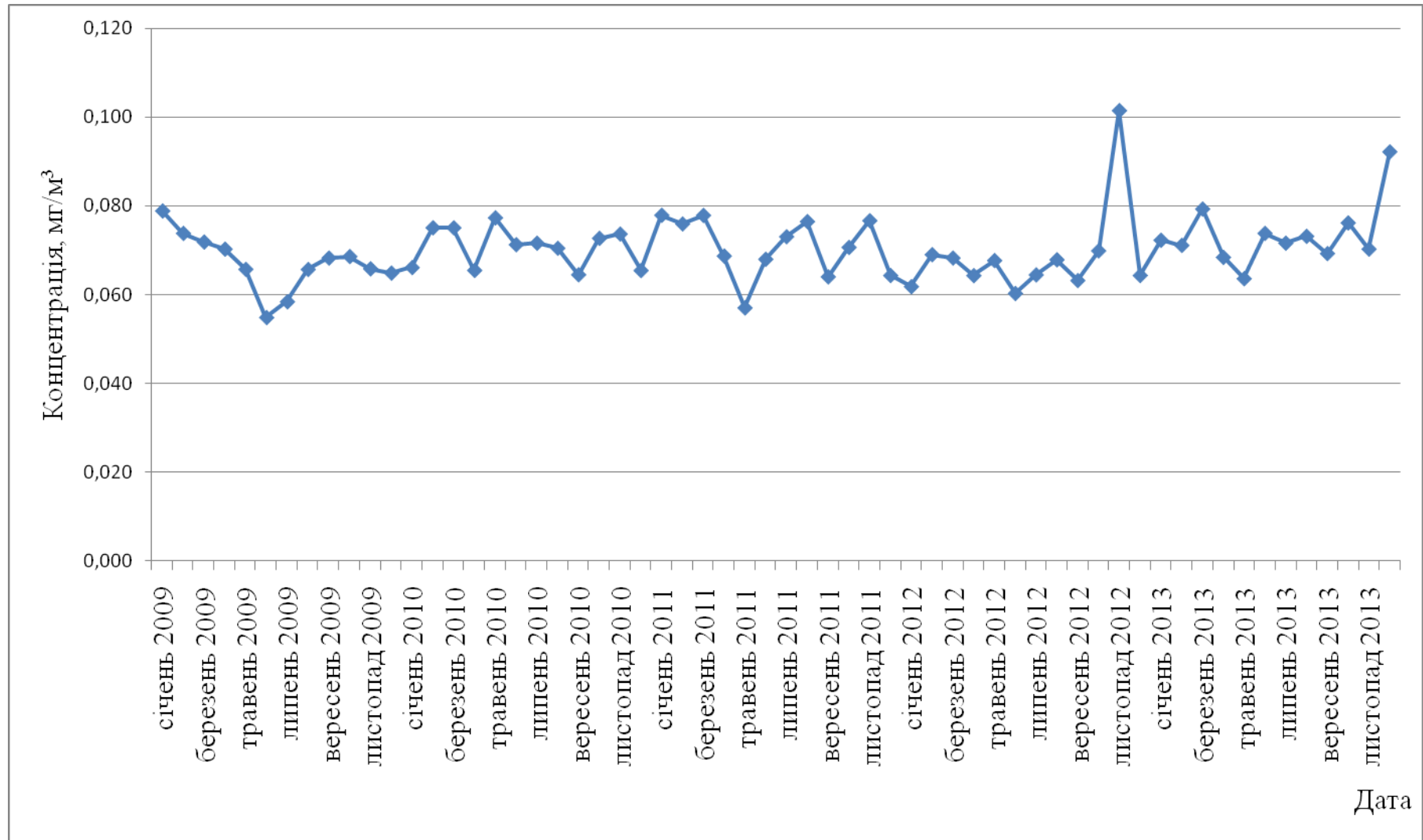


Рис.4.6 - Часовий хід середньомісячної концентрації діоксиду азоту, КВП №18, м. Одеса, 2009-2013 рр

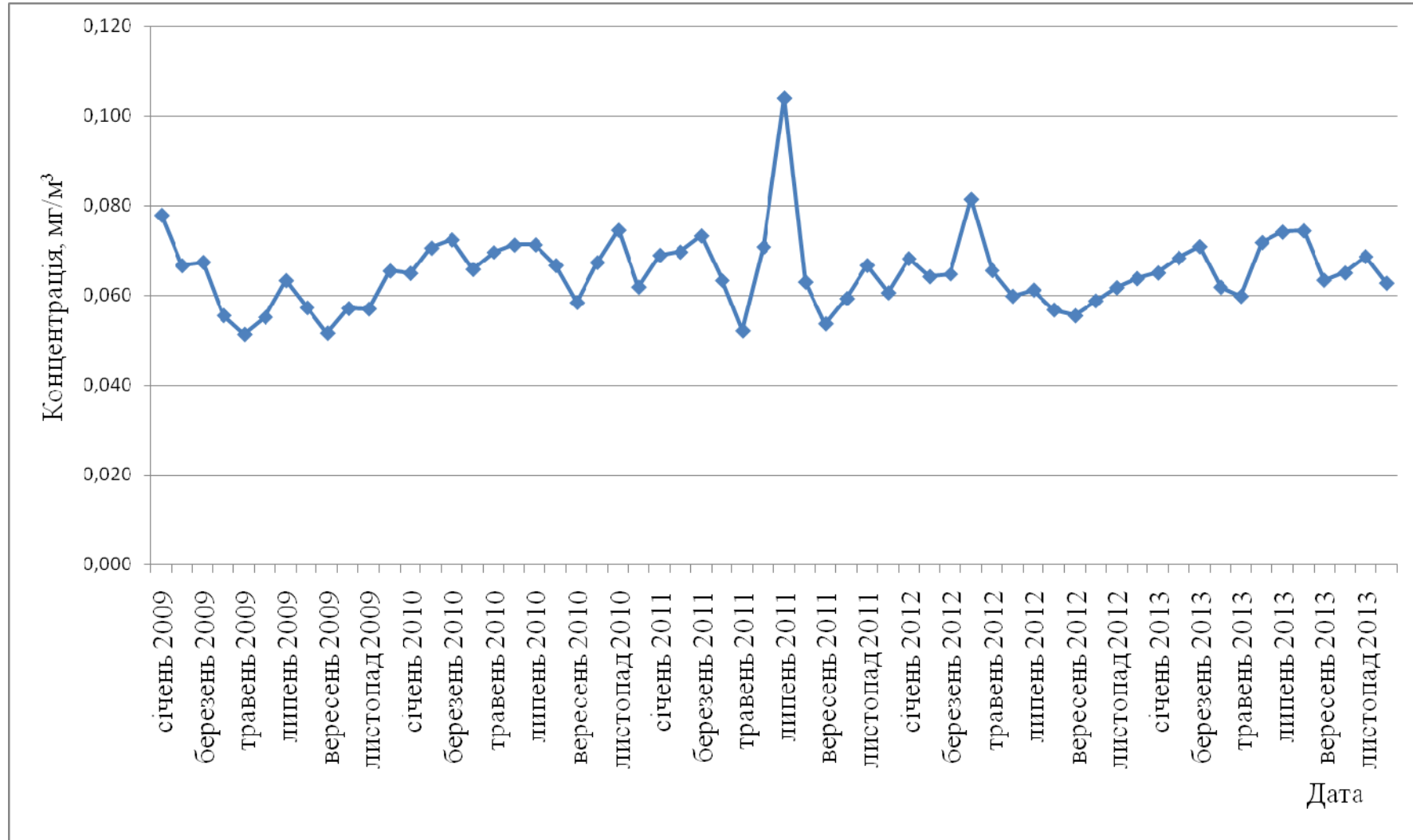


Рис.4.7 - Часовий хід середньомісячної концентрації діоксиду азоту, КВП №19, м. Одеса, 2009-2013 рр

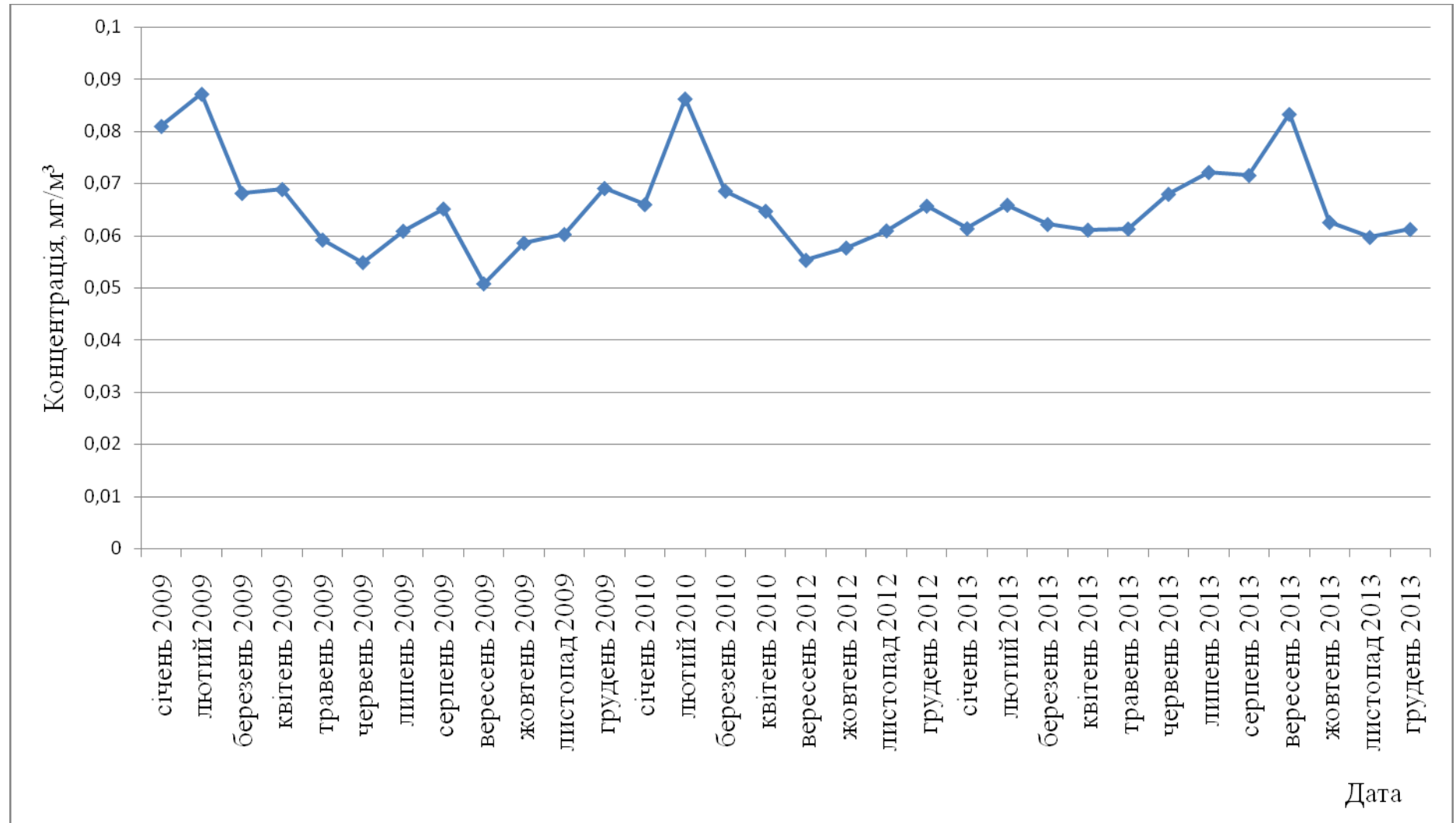


Рис.4.8 - Часовий хід середньомісячної концентрації діоксиду азоту, КВП №20, м. Одеса, 2009-2013 рр.

4.2 Статистичний аналіз забруднення атмосферного повітря м. Одеса NO₂

За даними середньодобової концентрації NO₂ були розраховані статистичні параметри, а саме: \bar{X} , S_x , A_s , E . Розрахунки виконані як для окремих років, так і за весь період дослідження (2009-2013 рр.). Розрахунки виконані за допомогою пакету прикладних програм статистичної обробки даних “STATISTICA 6.0”. Результати наведені у табл. 4.1- 4.8.

Проаналізувавши мінімальні значення концентрацій забруднюючої домішки, можна помітити, що у 2013 році на контрольно-вимірних постах №8, №16 та №19 вони перевищують ГДКсд і складають відповідно 0,045 мг/м³, 0,05 мг/м³, 0,046 мг/м³.

Максимальні значення концентрацій забруднюючої домішки коливаються в межах від 0,076 мг/м³ до 0,14 мг/м³. Випадків перевищення ГДКмр не зафіксовано.

Розглянувши середні значення за весь період дослідження, можна зробити висновок, що найбільш забрудненою шкідливою домішкою (діоксидом азоту) є райони навколо КВП №16,17,18,19. Така тенденція пов'язана скоріш за все з тим, що ці місця є розв'язкою автомобільних потоків. Крім того, вони розташовані неподалік від підприємств, що є основними промисловими джерелами двоокису азоту. Найменш забрудненими є райони розташування КВП № 8,10,15,20. Саме ці пости розташовані у відносній близькості до моря. Що стосується КВП №8, значення концентрацій на якому прийнято вважати за фонові, то тут також спостерігаються підвищенні концентрації забруднюючої речовини. Це пов'язане з переносом домішки повітряними масами, а саме завдяки тому, що переважаючими напрямками вітру є північний та північно-західний, які сприяють переносу діоксиду азоту від промислових районів до узбережжя.

Середні квадратичні відхилення, які наведені у табл.4.1 – 4.8, є мірою розкиду значень концентрації інгредієнта від середнього значення. Загалом, вони набувають значення, що коливаються у межах 0,008 – 0,017.

Як свідчать дані табл. 4.1- 4.8, коефіцієнти асиметрії на всіх постах спостережень близькі до нуля і , що говорить про симетричність відносно центру розподілу. Однак, все ж таки, коефіцієнти асиметрії на всіх постах (крім КВП №15) є більшими за нуль. Це відповідає правосторонній асиметрії розподілу середнього значення випадкової величини, тобто збільшена вірогідність великих значень концентрації двоокису азоту.

Період	Статистичні моменти розподілу						
	n	\bar{x}	x_{min}	x_{max}	S_x	As	E
2009	301	0,062	0,02	0,125	0,014	0,49	1,24
2010	297	0,063	0,01	0,11	0,014	0,32	0,71
2011	296	0,06	0,035	0,095	0,011	0,34	-0,21
2012	297	0,063	0,035	0,105	0,011	0,59	0,7
2013	302	0,061	0,045	0,09	0,009	0,38	-0,29
2009-2013	1493	0,062	0,01	0,125	0,012	0,49	1,14

Таблиця 4.1 – Статистичні моменти розподілу середньодобової концентрації діоксиду азоту (мг/м^3) на КВП №8 м. Одеса

Період	Статистичні моменти розподілу						
	n	\bar{x}	x_{min}	x_{max}	S_x	As	E
2009	301	0,054	0,02	0,103	0,014	0,67	0,36
2010	297	0,061	0,033	0,096	0,014	0,26	-0,47
2011	296	0,057	0,03	0,09	0,013	0,11	-0,64
2012	297	0,057	0,036	0,093	0,01	0,67	0,65
2013	302	0,055	0,036	0,076	0,008	0,14	-0,17
2009-2013	1493	0,057	0,02	0,103	0,01	0,41	0,037

Таблиця 4.2 – Статистичні моменти розподілу середньодобової концентрації діоксиду азоту (мг/м^3) на КВП №10 м. Одеса

Період	Статистичні моменти розподілу						
	n	\bar{x}	x_{min}	x_{max}	S_x	As	E
2009	301	0,064	0,03	0,103	0,012	0,49	0,56
2010	297	0,054	0,015	0,095	0,016	-0,13	-0,51
2011	296	0,054	0,01	0,103	0,017	0,005	-0,22
2012	297	0,06	0,025	0,085	0,01	-0,09	0,07
2013	302	0,06	0,035	0,093	0,009	0,22	0,3
2009-2013	1493	0,058	0,01	0,1	0,014	-0,27	0,61

Таблиця 4.3 – Статистичні моменти розподілу середньодобової концентрації діоксиду азоту (мг/м^3) на КВП №15 м. Одеса

Таблиця 4.4 – Статистичні моменти розподілу середньодобової концентрації діоксиду азоту (мг/м^3) на КВП №16 м. Одеса

Період	Статистичні моменти розподілу						
	n	\bar{x}	x_{min}	x_{max}	S_x	As	E
2009	301	0,064	0,02	0,12	0,014	0,87	1,66

Період	Статистичні моменти розподілу						
	n	\bar{x}	x_{min}	x_{max}	S_x	As	E
2009	301	0,062	0,026	0,106	0,013	0,19	0,28
2010	297	0,068	0,02	0,1	0,013	-0,25	0,44
2011	296	0,068	0,026	0,11	0,014	0,037	0,18
2012	297	0,064	0,033	0,106	0,011	0,37	0,63
2013	302	0,069	0,05	0,106	0,011	0,58	0,22
2009-2013	1493	0,066	0,02	0,11	0,013	0,11	0,37

Таблиця 4.5 – Статистичні моменти розподілу середньодобової концентрації діоксиду азоту (мг/м^3) на КВП №17 м. Одеса

2010	297	0,057	0,015	0,097	0,016	-0,37	-0,34
2011	296	0,069	0,033	0,11	0,013	0,42	-0,03
2012	297	0,065	0,042	0,12	0,011	0,79	1,95
2013	302	0,067	0,025	0,108	0,011	0,47	1,25
2009-2013	1493	0,065	0,015	0,12	0,014	0,09	1,14

Таблиця 4.6 – Статистичні моменти розподілу середньодобової концентрації діоксиду азоту (мг/м^3) на КВП №18 м. Одеса

Період 18	Статистичні моменти розподілу						
	n	\bar{x}	x_{min}	x_{max}	S_x	As	E
2009	301	0,067	0,03	0,13	0,015	0,77	2,24
2010	297	0,07	0,01	0,12	0,014	-0,11	0,77
2011	296	0,07	0,02	0,12	0,016	-0,13	0,63
2012	297	0,066	0,01	0,12	0,012	0,41	2,79
2013	302	0,071	0,01	0,12	0,012	0,08	2,27
2009-2013	1493	0,069	0,011	0,13	0,014	0,19	1,36

Таблиця 4.7 – Статистичні моменти розподілу середньодобової концентрації діоксиду азоту (мг/м^3) на КВП №19 м. Одеса

Таблиця 4.8 – Статистичні моменти розподілу середньодобової

Період	Статистичні моменти розподілу						
	n	\bar{x}	x_{min}	x_{max}	S_x	As	E
2009	301	0,059	0,02	0,106	0,014	0,44	1,25
2010	297	0,068	0,03	0,11	0,014	0,066	0,022
2011	296	0,064	0,02	0,106	0,013	0,007	0,25
2012	297	0,062	0,043	0,086	0,009	0,31	-0,46
2013	302	0,067	0,046	0,103	0,01	0,4	-0,18
2009-2013	1493	0,064	0,02	0,11	0,012	0,19	0,54

концентрації діоксиду азоту (мг/м^3) на КВП №20 м. Одеса.

На основі даних середньодобової концентрації діоксиду азоту в

Період 20	Статистичні моменти розподілу						
	n	\bar{x}	x_{min}	x_{max}	S_x	As	E
2009	301	0,063	0,03	0,14	0,014	1,04	2,24
2010	97	0,065	0,045	0,13	0,013	1,53	5,39
2012	90	0,060	0,043	0,083	0,008	0,23	0,05
2013	302	0,064	0,045	0,098	0,009	0,69	0,73
2009-2013	790	0,063	0,03	0,14	0,012	1,12	3,61

атмосфері міста Одеса для усіх районів КВП побудовано ранжировані згруповані ряди концентрації NO_2 .

У Додатку наведені статистичні данні згрупованого ряду середньодобової концентрації діоксиду азоту для кожного КВП за весь період дослідження. Вони дозволили побудувати гістограми розподілу середньодобової концентрації NO_2 .

Аналізуючи гістограми можливо відмітити, що криві розподілу майже симетричні, і підкорюються нормальному закону розподілу, на що указують коефіцієнти асиметрії та ексцесу, які незначно відхиляються від нульового значення.

На рис. 4.9-4.16 наведені гістограми середньодобової концентрації NO_2 , для кожного КВП, які побудовані за даними періоду 2009-2013 рр.

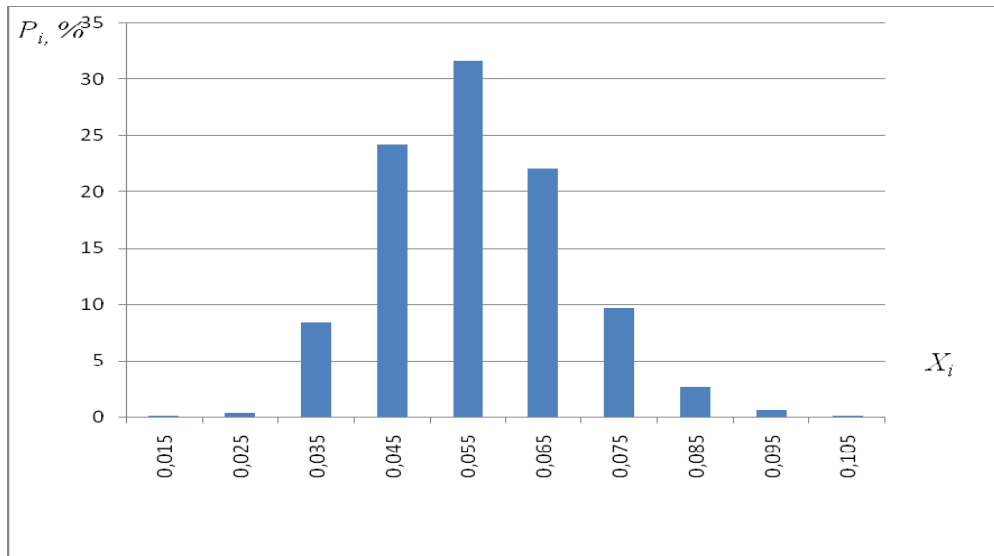


Рис.4.9 - Гістограма розподілу середньодобової концентрації діоксиду азоту (mg/m^3), м. Одеса, КВП№8, 2009-2013 рр.

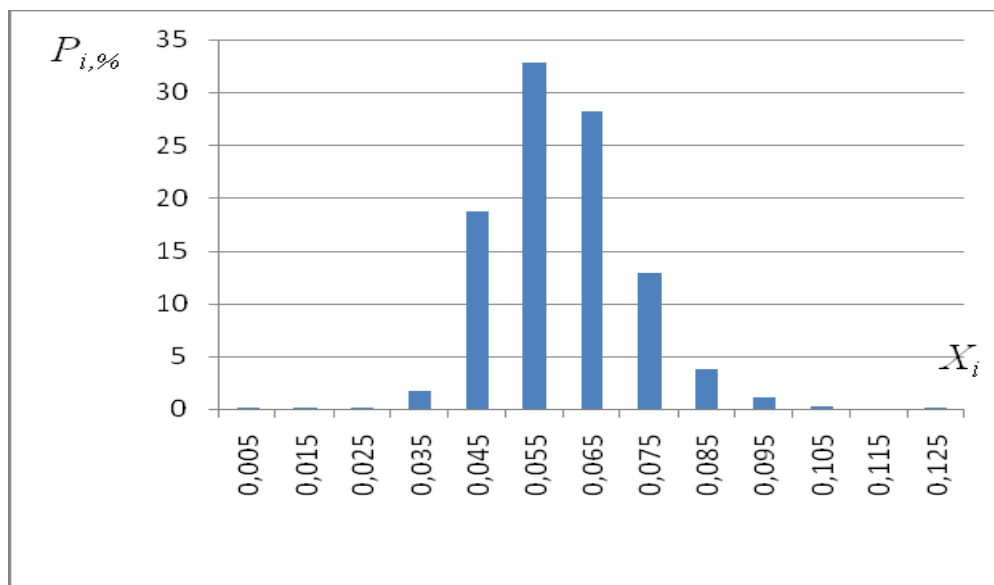


Рис.4.10 - Гістограма розподілу середньодобової концентрації діоксиду азоту (mg/m^3), м. Одеса, КВП№10, 2009-2013 рр.

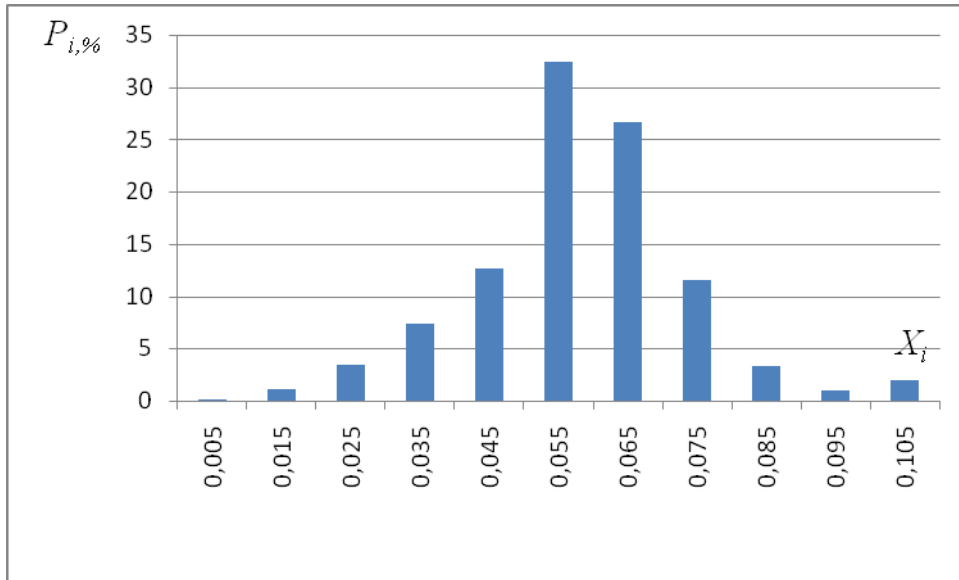


Рис.4.11 - Гістограма розподілу середньодобової концентрації діоксиду азоту (мг/м³), м. Одеса, КВП№15, 2009-2013 рр.

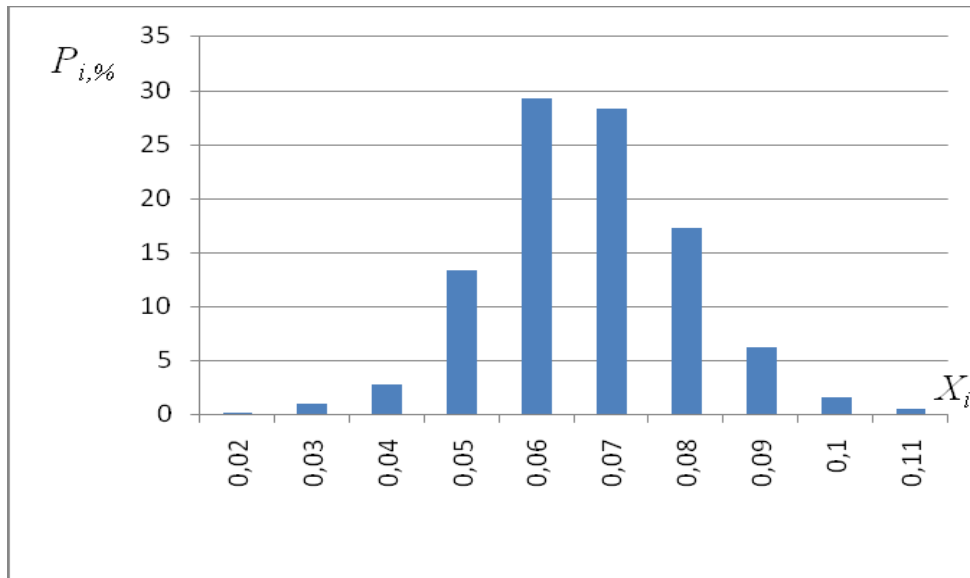


Рис.4.12 - Гістограма розподілу середньодобової концентрації діоксиду азоту (мг/м³), м. Одеса, КВП№16, 2009-2013 рр.

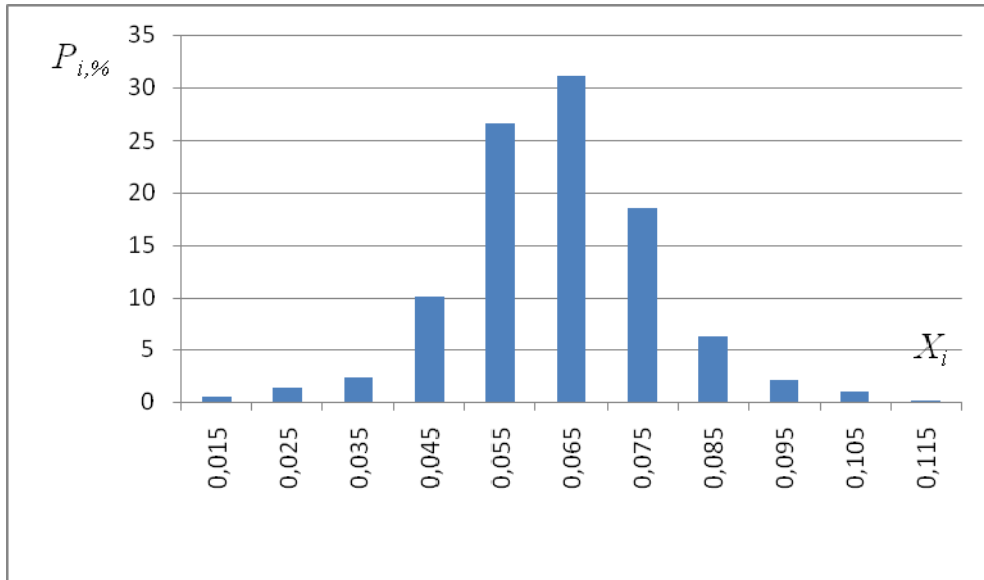


Рис.4.13 - Гістограма розподілу середньодобової концентрації діоксиду азоту (мг/м³), м. Одеса, КВПІ№17, 2009-2013 рр.

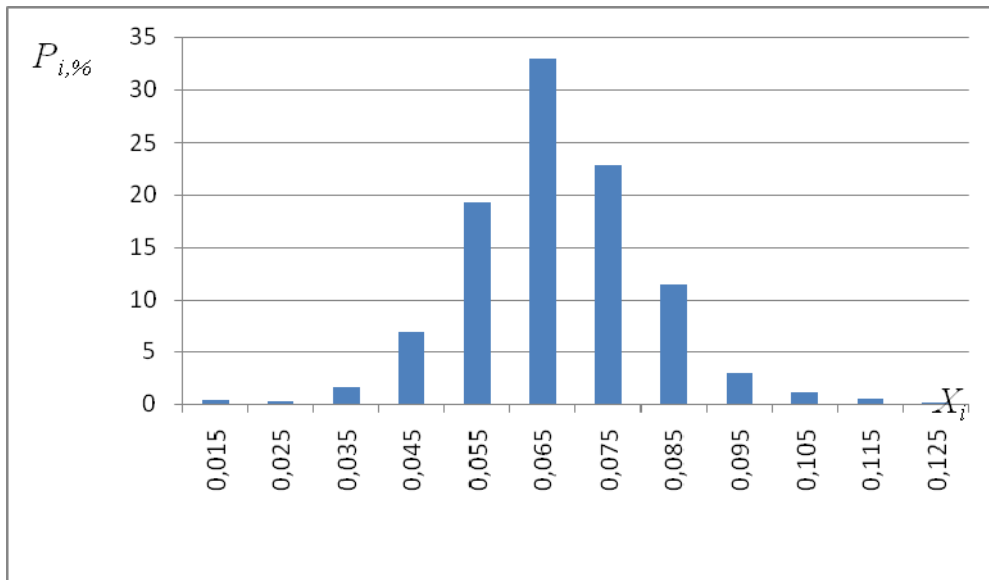


Рис.4.14 - Гістограма розподілу середньодобової концентрації діоксиду азоту (мг/м³), м. Одеса, КВПІ№18, 2009-2013 рр.

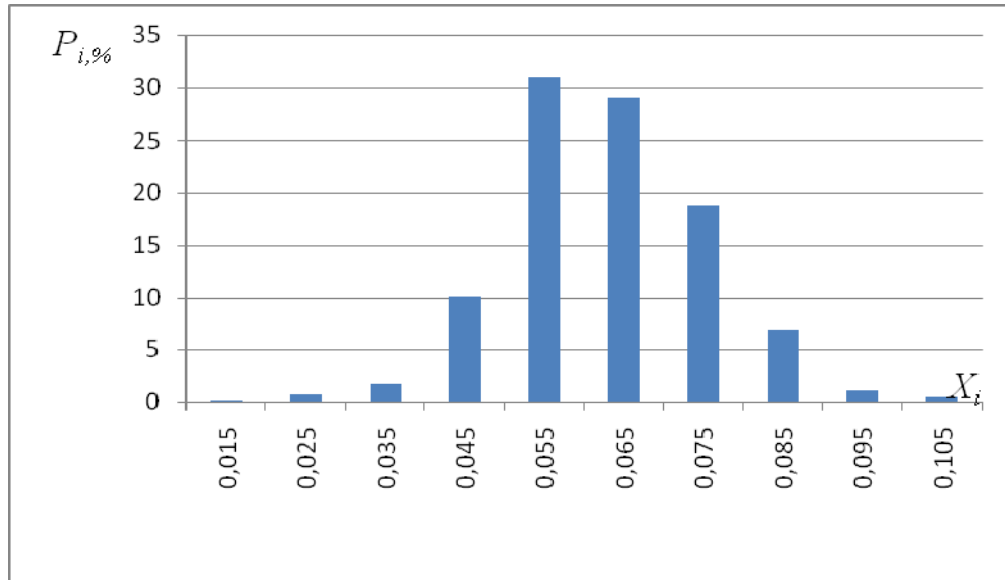


Рис.4.15 - Гістограма розподілу середньодобової концентрації діоксиду азоту (мг/м³), м. Одеса, КВПІ№19, 2009-2013 рр.

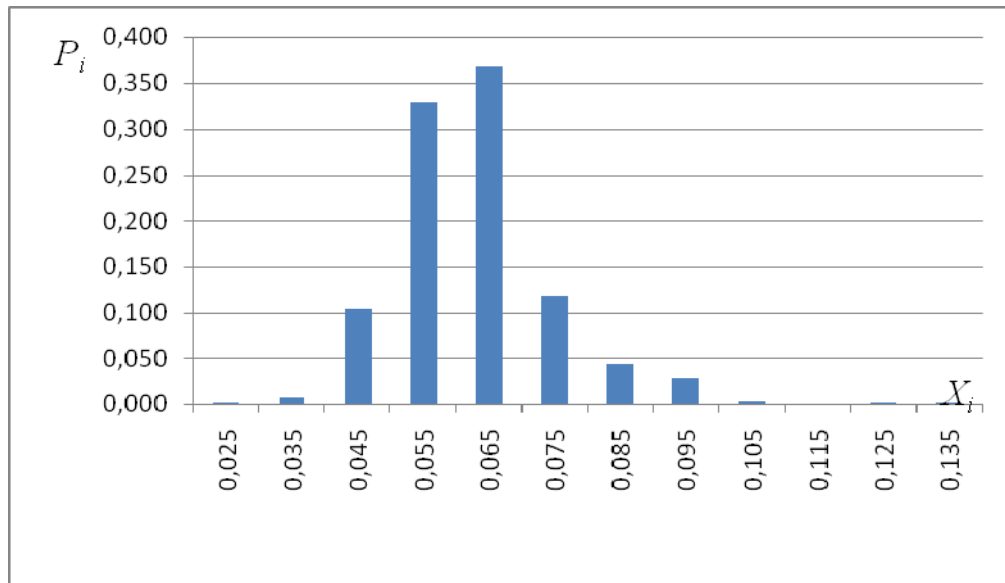


Рис.4.16 - Гістограма розподілу середньодобової концентрації діоксиду азоту (мг/м³), м. Одеса, КВПІ№20, 2009-2013 рр.

Звертає увагу той факт, що на всіх постах вимірювань максимальні імовірності, що становлять 30 – 35%, щільно концентруються біля величин

0,055 – 0,065 мг/м³. Це означає, що такі концентрації спостерігаються дуже часто і перевищують ГДКсд.

ВИСНОВКИ

Забруднення повітряного басейну міст є одним з найважливіших факторів негативного впливу на стан навколишнього природного середовища. Від якості атмосферного повітря, який є найголовнішим ресурсом всього живого на Землі, в значній мірі залежить здоров'я населення будь-якої країни. Останнім часом спостерігається збільшення забруднення навколишнього природного середовища великих індустріальних центрів, що поданими Всесвітньої організації здоров'я (ВООЗ) в 40-50 % випадків є причиною захворювання населення.

На атмосферне повітря великих міст істотний вплив чинять промислові підприємства та автотранспорт. Антропогенними забрудненнями навколишнього природного середовища, крім шкідливих речовин, що викидаються промисловими підприємствами та усіма видами транспорту, є також транспортні шуми, іонізуюче та електромагнітне випромінювання, світловий і тепловий вплив. Особливо небезпечним для людини є радіоактивне випромінювання.

Одеса, з одного боку, є великим портовим і промисловим містом, а з іншого – курортно-туристичним центром України, згідно з першим – формується велике техногенне навантаження на повітряний басейн, згідно з іншим – пред'являються високі вимоги до якості стану атмосферного повітря. Атмосферне повітря над містом завжди містить певну кількість домішок, які надходять від природних і антропогенних джерел.

Антропогенне забруднення визначається різноманітністю видів і кількістю джерел. Викиди шкідливих речовин здійснюють, насамперед, автотранспорт і підприємства теплоенергетики та промисловості. Найпоширенішими шкідливими речовинами, що забруднюють атмосферне повітря, є: оксид вуглецю, двоокис сірки, сажа, окис та двоокис азоту, фенол, формальдегід, фтористий водень та неорганічна пил. Вимірювання стану

забруднення атмосферного повітря р. Одеса здійснюються на 8 контрольно-замірних постах (КВП), які розміщені в різних районах міста. Пост №8 розташований в прибережній зоні моря на Французькому бульварі на території Гідрометеорологічного центру Чорного та Азовського морів на значній відстані від промислових підприємств автодоріг. Тому значення концентрацій забруднюючих речовин, які вимірюються на цьому місці, можна вважати фоновим. Пости №10,15, 17, розташовані в північній і північно-західній частинах міста (N10 – вул. Чорноморського козацтва, N15 - Херсонський сквер, N 17 –автовокзал), де знаходяться основні джерела викидів небезпечних речовин: нафтопереробний, цементний, лакофарбовий заводи та ін. Пости № 16,18,19 знаходяться в тих районах міста, де найбільший рух автотранспорту: перехрестя Олександрівського проспекту та вул. Б. Арнаутської (N16), 1 ст. Люстдорфської дороги (N19) та вул. Балківська (N18). Окремо слід відзначити місце розташування КВП N20, який знаходиться на перехресті Італійського бульвару та вул. Канатній. Це район, в якому немає промислових підприємств, але на цих вулицях спостерігається великий рух автотранспорту, особливо в годину пік. Правда, пост розташований на деякій відстані (близько 30 м) від автодоріг і в зеленій зоні.

Метою дипломного проекту було оцінити ступінь забруднення атмосфери Одеси двоокисом азоту. Цей вибір обумовлен тим, що двоокис азоту міститься у викидах майже всіх джерел забруднення атмосферного повітря м. Одеса і входить до переліку небезпечних домішок. Серед усіх окислів групи NO_x найнебезпечнішим для навколишнього середовища і людини є саме двоокис азоту. Клас безпеки - другий.

За даними вимірювань концентрацій двоокису азоту за період 2009-2013 рр. зроблений просторово-часовий аналіз рівня забруднення атмосферного повітря м. Одеса. Вимірювання концентрації двоокису азоту здійснюються чотири рази на добу. На основі строкових концентрацій двоокису азоту сформовані вибірки середньодобових значень концентрації

зазначеного інгредієнта. Вони й стали основою для дослідження особливостей забруднення двоокисом азоту атмосферного повітря у місті.

Важливими статистичними характеристиками стохастичного ряду є його максимальне і мінімальні значення, середні значення і середньоквадратичні відхилення, коефіцієнти асиметрії та ексцесу.

Саме ці характеристики дають можливість проаналізувати просторово-часову динаміку розподілу забруднюючої величини.

За даними середньодобової концентрації NO_2 були розраховані статистичні параметри, а саме: \bar{X} , S_x , As , E . Крім того побудовані гістограми розподілу та часовий хід забруднюючої домішки.

Звертає на себе увагу той факт, що на всіх постах спостережень міста максимальні імовірності, що становлять 30- 35 %, щільно концентруються біля величин $0,055 - 0,065 \text{ мг/м}^3$. Це означає, що такі концентрації спостерігаються дуже часто і перевищують $\text{ГДК}_{\text{сд}}$.

Розглянувши середні значення за весь період дослідження, можна зробити висновок, що найбільш забрудненою шкідливою домішкою (діоксидом азоту) є райони навколо КВП №16,17,18,19. Така тенденція пов'язана скоріш за все з тим, що ці місця є розв'язкою автомобільних потоків. Крім того, вони розташовані неподалік від підприємств, що є основними промисловими джерелами двоокису азоту. Найменш забрудненими є райони розташування КВП № 8,10,15,20. Саме ці пости розташовані у відносній близькості до моря.

Характер змінювання у часі середньомісячних концентрацій двоокису азоту різний. Звертає увагу той факт, що найбільші із зафіксованих при спостереженні максимуми концентрації інгредієнта спостерігаються у зимовий період.

Крім того, середньомісячні концентрації двоокису азоту перевищують $\text{ГДК}_{\text{сд}}$ у всіх районах міста і становлять у середньому $1,5-2,5 \text{ ГДК}_{\text{сд}}$. Однак, за досліджуваній період відсутні перевищення $\text{ГДК}_{\text{мр}}$.

Отже, аналіз забруднення атмосферного повітря р. Одеси показав, що рівень забруднення повітряного басейну двоокисом азоту є підвищеним. Перевищення $\text{ГДК}_{\text{сд}}$ відбувається на території всього міста.

Найбільш забрудненим є центр міста. Цьому сприяють як велика кількість промислових джерел викидів, так і велике скупчення автотранспорту, постійні затори, особливості забудови, інфраструктури та невелика зелена зона.

Таким чином, одним з напрямів забезпечення екологічної безпеки міста має бути захист атмосферного повітря від забруднення шкідливими домішками, в тому числі і двоокису азоту. Для поліпшення ситуації необхідно терміново вжити заходів, які, з одного боку, були б спрямовані на зменшення викидів цієї небезпечної домішки підприємствами та автотранспортом, а з іншого – на збільшення кількості багаторічних зелених рослин, які сприяють очищенню атмосфери.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Одеській області у 2013 році: [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://ecology.odessa.gov.ua/zvti/>
2. Концепція охорони атмосферного повітря в місті Одеса на період до 2010 року: [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://omr.gov.ua/>
3. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25.06.1991 № 1264-ХІІ: [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/>
4. Закон України «Про охорону атмосферного повітря» від 16.10.1992 № 2707-ХІІ: [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/>
5. Химическая энциклопедия / Редкол.: Кнунянц И.Л. и др.. — М.: Советская энциклопедия, 1988. — Т. 1 (Абл-Дар). — 623 с.
6. Васюкова Г. Т., Грошева О. І. Екологія: підруч. – К.: Кондор, 2009. – 524 с.
7. Окислы азотов: [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://www.ecologyside.ru/>
8. Школьний Є.П., Лоева І.Д., Гончарова Л.Д.: Обробка та аналіз гідрометеорологічної інформації: - підручник, - К. : Міністерства освіти України, 1999.- 368с.
9. Школьний Є. П., Гончарова Л. Д., Миротворська Н. К. Методи обробки та аналізу гідрометеорологічної інформації (збірник задач і вправ): Навчальний посібник. – Одеса, 2000. – 420 с.
10. Гончарова Л. Д., Школьний Є. П. Методи обробки та аналізу гідрометеорологічної інформації (збірник задач і вправ): Навчальний посібник. – Одеса: Екологія, 2007. – 464 с.
11. Постанова ВРУ «Про зміну меж міста Одеси Одеської області» від 07.02.2002 р. №3064-ІІІ: [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/>

10. Демографічна ситуація за даними Головного управління статистики в Одеській області: [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://www.od.ukrstat.gov.ua/>
12. Трансграничное диагностическое исследование бассейна реки Днестр. <http://www.dniester.org/>
13. Розрахунок відстаней між містами <https://lardi-trans.com/useful/distance/>
14. Вішневський В.І. Клімат Одеси <http://www.meteoproг.ua/>
15. Злобін Ю.А., Кочубей Н.В. Загальна екологія: Навч. посібник.. — Суми : ВТД «Університетська книга», 2003. — 416 с.
16. Ситник К.М., Брайон А.В., Городецкий А.В. Биосфера, экология, охрана природы. — Киев, 1980. — 182 с.
17. Хилько М.І. Екологічна культура: стан та проблеми формування. — Київ : Знання, 1999. — 36 с.
18. Бондаренко Н. І., Вовк Л. В., Горбатюк А. І., Закіпна Г. В., Красножон А. В., Мельниченко Л. О., Розенберг Р. М., Суворова Н. А., Тарасенко О. А., Яворська О. Л. Одесознавство. Навчальний посібник — Одеса, 2010. — 384 с.

ДОДАТОК

Таблиця 1 – Згрупований ряд середньодобової концентрації двоокису азоту в атмосфері КВП №8 (2009-2013 рр.), мг/м³

<i>i</i>	Градації	m_i	m_i^*	p_i	\tilde{x}_i
1	2	3	4	5	6
1	[0,01...0,02[	2	2	0,015	0,001
2	[0,02...0,03[	6	8	0,025	0,004
3	[0,03...0,04[	125	133	0,035	0,084
4	[0,04...0,05[	360	493	0,045	0,242
5	[0,05...0,06[	472	965	0,055	0,317
6	[0,06...0,07[	328	1293	0,065	0,221
7	[0,07...0,08[	144	1437	0,075	0,097
8	[0,08...0,09[	40	1477	0,085	0,027
9	[0,09...0,1[	9	1492	0,095	0,006
10	[0,1...0,11]	1	1493	0,15	0,001
Σ		1493		1,00	

Таблиця 2 – Згрупований ряд середньодобової концентрації двоокису азоту в атмосфері КВП №10 (2009-2013 рр.), мг/м³

<i>i</i>	Градації	m_i	m_i^*	p_i	\tilde{x}_i
1	2	3	4	5	6
1	[0...0,01[	1	1	0,001	0,005
2	[0,01...0,02[	2	3	0,001	0,015
3	[0,02...0,03[	2	5	0,001	0,025
4	[0,03...0,04[	25	30	0,017	0,035
5	[0,04...0,05[	280	310	0,187	0,045
6	[0,05...0,06[	490	800	0,328	0,055

1	2	3	4	5	6
7	[0,06...0,07[	421	1221	0,282	0,065
8	[0,07...0,08[	193	1414	0,129	0,075
9	[0,08...0,09[	57	1471	0,038	0,085
10	[0,09...0,1[	17	1488	0,011	0,095
11	[0,1...0,11[	4	1492	0,002	0,105
12	[0,11...0,12[	0	1492	0,000	0,115
13	[0,12...0,13]	1	1493	0,001	0,125
Σ		1493		1,00	

Таблиця 2 – Згрупований ряд середньодобової концентрації двоокису азоту в атмосфері КВП №15 (2009-2013 рр.), мг/м³

<i>i</i>	Градації	m_i	m_i^*	p_i	\tilde{x}_i
1	2	3	4	5	6
1	[0...0,01[	1	1	0,001	0,005
2	[0,01...0,02[	17	18	0,011	0,015
3	[0,02...0,03[	51	69	0,034	0,025
4	[0,03...0,04[	111	180	0,074	0,035
5	[0,04...0,05[	189	369	0,126	0,045
6	[0,05...0,06[	484	853	0,324	0,055
7	[0,06...0,07[	400	1253	0,267	0,065
8	[0,07...0,08[	172	1425	0,115	0,075
9	[0,08...0,09[	50	1475	0,033	0,085
10	[0,09...0,1[	15	1490	0,01	0,095
11	[0,1...0,11]	3	1493	0,02	0,105
Σ		1493		1,00	

Таблиця 3 – Згрупований ряд середньодобової концентрації двоокису азоту в атмосфері КВП №16 (2009-2013 рр.), мг/м³

<i>i</i>	Градації	m_i	m_i^*	p_i	\tilde{x}_i
1	2	3	4	5	6
1	[0,015...0,025[	1	1	0,001	0,02
2	[0,025...0,035[	13	14	0,009	0,03
3	[0,035...0,045[	41	55	0,027	0,04
4	[0,045...0,055[	199	254	0,133	0,05
5	[0,055...0,065[	437	691	0,293	0,06
6	[0,065...0,075[	423	1114	0,283	0,07
7	[0,075...0,085[	257	1371	0,172	0,08
8	[0,085...0,095[	93	1464	0,062	0,09
9	[0,095...0,105[	22	1486	0,015	0,1
10	[0,105...0,115[	7	1493	0,005	0,11
Σ		1493		1,00	

Таблиця 4 – Згрупований ряд середньодобової концентрації двоокису азоту в атмосфері КВП №17 (2009-2013 рр.), мг/м³

<i>i</i>	Градації	m_i	m_i^*	p_i	\tilde{x}_i
1	2	3	4	5	6
1	[0,01...0,02[	8	8	0,005	0,015
2	[0,02...0,03[	20	28	0,013	0,025
3	[0,03...0,04[	34	62	0,023	0,035
4	[0,04...0,05[	150	212	0,100	0,045
5	[0,05...0,06[	399	611	0,267	0,055
6	[0,06...0,07[	464	1075	0,311	0,065

1	2	3	4	5	6
7	[0,07...0,08[	276	1351	0,185	0,075
8	[0,08...0,09[	94	1445	0,063	0,085
9	[0,09...0,1[	32	1477	0,021	0,095
10	[0,1...0,11[	14	1491	0,009	0,105
11	[0,11...0,12]	2	1493	0,001	0,115
Σ		1493		1,00	

Таблиця 5 – Згрупований ряд середньодобової концентрації двоокису азоту в атмосфері КВП №18 (2009-2013 рр.), мг/м³

i	Градації	m_i	m_i^*	p_i	\tilde{x}_i
1	2	3	4	5	6
1	[0,01...0,02[	5	5	0,003	0,015
2	[0,02...0,03[	3	8	0,002	0,025
3	[0,03...0,04[	24	32	0,016	0,035
4	[0,04...0,05[	101	133	0,068	0,045
5	[0,05...0,06[	288	421	0,193	0,055
6	[0,06...0,07[	491	912	0,329	0,065
7	[0,07...0,08[	341	1253	0,228	0,075
8	[0,08...0,09[	171	1424	0,115	0,085
9	[0,09...0,1[	44	1468	0,029	0,095
10	[0,1...0,11[	16	1484	0,011	0,105
11	[0,11...0,12[	7	1491	0,005	0,115
12	[0,12...0,13]	2	1493	0,001	0,125
Σ		1493		1,00	

Таблиця 6 – Згрупований ряд середньодобової концентрації двоокису азоту в атмосфері КВП №19 (2009-2013 рр.), мг/м³

19^i	Градації	m_i	m_i^*	p_i	\tilde{x}_i
1	2	3	4	5	6
1	[0,01...0,02[	2	2	0,001	0,015
2	[0,02...0,03[	11	13	0,007	0,025
3	[0,03...0,04[	26	39	0,017	0,035
4	[0,04...0,05[	151	190	0,101	0,045
5	[0,05...0,06[	462	652	0,309	0,055
6	[0,06...0,07[	433	1085	0,290	0,065
7	[0,07...0,08[	281	1366	0,188	0,075
8	[0,08...0,09[	102	1468	0,068	0,085
9	[0,09...0,1[	17	1485	0,011	0,095
10	[0,1...0,11]	8	1493	0,005	0,105
Σ		1493		1,00	

Таблиця 7 – Згрупований ряд середньодобової концентрації двоокису азоту в атмосфері КВП №18 (2009-2013 рр.), мг/м³

20^i	Градації	m_i	m_i^*	p_i	\tilde{x}_i
1	2	3	4	5	6
2	[0,02...0,03[	1	1	0,001	0,025
3	[0,03...0,04[	6	7	0,007	0,035
4	[0,04...0,05[	81	88	0,103	0,045
5	[0,05...0,06[	259	347	0,328	0,055
6	[0,06...0,07[	290	637	0,367	0,065
7	[0,07...0,08[	93	730	0,118	0,075

1	2	3	4	5	6
8	[0,08...0,09[	34	764	0,043	0,085
9	[0,09...0,1[	22	786	0,027	0,095
10	[0,1...0,11[	2	788	0,003	0,105
11	[0,11...0,12[	0	788	0,000	0,115
12	[0,12...0,13[	1	789	0,001	0,125
	[0,13...0,14]	1	790	0,001	0,135
Σ		790		1,00	