

*Полепова Л.М.,  
к.геогр.н., доц., доцент кафедри екології та охорони довкілля  
Терзман В.В.,  
студент 2 курсу факультету магістерської підготовки  
Одеський державний екологічний університет, м. Одеса*

## **КОРОТКОСТРОКОВИЙ ПРОГНОЗ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСТА ОДЕСИ ДІОКСИДОМ АЗОТУ У ЛІТНІЙ ПЕРІОД 2013 ТА 2017 РОКІВ**

Дуже важливою складовою здоров'я населення є якість атмосферного повітря на території їхнього проживання. Міста з великою концентрацією населення зазвичай характеризуються великою кількістю викидів забруднюючих речовин від різних джерел (переважно автотранспорт), що, безумовно, погіршує стан якості атмосферного повітря, що призводить до погіршення стану здоров'я населення міста. За даними національної доповіді про стан навколишнього природного середовища в Україні, забруднення атмосфери у місті Одеса перевищують безпечний рівень у кілька разів та завдає шкоди здоров'ю та більшості живих організмів. Також з огляду на рекреаційну спрямованість території міста Одеса необхідно приділяти велику увагу якості атмосферного повітря на цій території.

Забруднення повітря в місті є складним багатофакторним явищем. На рівень забруднення атмосфери впливають такі чинники: характер і потужність джерел забруднення, їх місце розташування і режим роботи, особливості рельєфу, наявність моря, міська забудова та озеленення, метеорологічні умови.

Основними забруднюючими повітря міста домішками є пил, діоксид азоту, діоксид сірки, окис вуглецю, а також фенол і формальдегід. Наявність в місті мережі моніторингу з 8 стаціонарних пунктів спостережень за концентраціями шкідливих домішок в приземному шарі повітря дає можливість оцінити характер просторової зміни концентрацій домішок. З огляду на те, що концентрації мають велику мінливість, доцільно районувати місто тільки шляхом виділення районів, що різко відрізняються за характером забруднення. Основною особливістю поля концентрації домішок на території міста є збільшення концентрації всіх домішок в міру віддалення від берегової лінії в глиб суші і далі до промислових районів.

Для поліпшення якості атмосферного повітря дуже важливим є короткострокове прогнозування, оскільки для боротьби з наслідками забруднення атмосферного повітря необхідно вкласти величезну кількість людських та фінансових ресурсів, тоді як за допомогою прогнозування та комунікації державних служб та служб моніторингу з підприємствами-джерелами забруднення можна уникнути перевищення рівня забруднення.

Також треба відмітити, що небезпека викиду забруднюючих речовин збільшується при несприятливих метеорологічних умовах (НМУ), тому найефективніший спосіб поліпшення якості атмосферного повітря - це проведення повітряохоронних заходів при НМУ. Основою для таких заходів є точне та ефективне прогнозування забруднення атмосферного повітря, тому прогноз є важливою частиною в рішенні проблеми з якістю атмосферного повітря.

Метою даної роботи є перевірка ефективності короткострокової прогностичної моделі, розробленої УкрНДГМІ, на прикладі літнього періоду 2013 та 2017 років та підготовка висновку щодо практичного використання цієї прогностичної схеми у сучасний період.

Як вихідні дані при складанні прогнозу використовувалися значення концентрації діоксиду азоту, взяті з таблиць ТЗА-1 за літні періоди (червень, липень, серпень) 2013 та 2017 років, а також синхронні метеорологічні дані, які були отримані в результаті щоденних вимірювань на стаціонарних постах спостереження за якістю атмосферного повітря стандартної мережі моніторингу міста Одеса.

У 1999 році в Українському науково-дослідному гідрометеорологічному інституті (УкрНДГМІ) було розроблено методіку короткострокового прогнозу рівня забруднення атмосфери в місті Одесі.

Схема прогнозу забруднення повітря УкрНДГМІ розроблена за матеріалами спостережень за концентраціями пилу, діоксиду азоту та фенолу для зимового і літнього сезонів, однак нею можна користуватися і у суміжні до цих сезонів місяці.

Методологічною основою при розробці прогностичної схеми були результати досліджень статистичної структури показників забруднення при різних метеорологічних умовах і виявлення закономірностей формування високого забруднення в місті.

Аналіз випадків високого забруднення атмосфери за трирічний період дозволив встановити деякі закономірності впливу метеорологічних умов на концентрації шкідливих домішок. Метеорологічні фактори на формування поля забруднення і його стійкість впливають в тій мірі, в якій вони визначають загальний характер перенесення повітряних мас і їх турбулентне перемішування.

Найбільший внесок у ці процеси вносить термодинамічна стійкість приземного шару повітря і вітер, від яких залежить ефективність видалення домішок від джерел забруднення та концентрація шкідливих речовин в приземному шарі повітря. В Одесі стійкість приземного шару атмосфери протягом доби зазнає суттєвих змін. Велику роль у формуванні рівня забруднення атмосфери протягом року грають приземні і підняті інверсії температури.

Прогностичний розрахунок базується на використанні методу множинної регресії з урахуванням нелінійності зв'язків, шляхом відповідного перетворення предикторів. Прогнозується середня за добу і по місту нормована концентрація кожної домішки  $Q$ . В прогностичну схему включені наступні показники:

- температура повітря для зимового та літнього періодів в приземному шарі в строки 03:00 та 15:00,
- різницю між температурою повітря в сусідні дні, напрямом та швидкістю вітру в 03:00 та 15:00,

- тип синоптичного процесу в 03:00,

- середня за добу і по городу нормована концентрація забруднюючої речовини за попередню добу.

Прогнозуються середні добові нормовані концентрації домішки. Для визначення попереднього значення нормованої  $Q$  використовуються дані про концентрації домішок в попередній прогнозу день за всі терміни спостережень (01, 07, 13 і 19 ч).

Кількісним вираженням кожного з вибраних предикторів є не сама величина метеорологічного параметра, а середнє значення  $Q$ , розраховане для різних градацій цього метеорологічного фактору. Кожне значення метеорологічного параметру по таблицях замінюється на відповідне йому середнє значення  $Q$ , яке включається в розрахункове рівняння множинної регресії.

Прогноз забруднення атмосфери складається тоді, коли є всі необхідні для цього дані: прогностичні значення метеорологічних факторів і значення концентрацій домішок за поточну добу.

При прогнозі забруднення необхідно крім розрахункової схеми керуватися деякими прогностичними ознаками, що обумовлені синоптичною ситуацією. Для Одеси вони такі:

- якщо величини  $Q$  в попередній прогнозу день більше 1,2 при цьому швидкість вітру очікується менше 3 м/с, то ймовірність високого забруднення зростає;

- високе забруднення може відзначатися при вітрах з північної складової а також при стаціонуванні антициклону або гребня високого тиску. У нічні та ранкові години при підвищеному значенні  $Q$ . А також при слабкій швидкості вітру в поєднанні з туманом, коли місто знаходиться під впливом теплого сектору циклону;

- в умовах застою повітря (при наявності приземної інверсії, коли градієнти температури в пограничному шарі негативні, в поєднанні зі штилем або слабкою швидкістю вітру) ймовірність високого рівня забруднення зростає. Низькі підняті інверсії (300м і менше) при слабкій швидкості вітру також сприяють накопиченню домішок в атмосфері;

- випадання опадів у вигляді дощу і снігу не сприяє високому забрудненню, як і великі швидкості вітру.

У прогностичній схемі забруднення атмосферного повітря діоксидом азоту за червень, липень, серпень 2013 та 2017 років для прогностичного розрахунку використовувалися такі параметри як синоптична ситуація, рівень забруднення атмосферного повітря діоксидом азоту за попередню добу, температура повітря за 13:00 і швидкість вітру за 01:00. Значення бралися за 13:00 та за 01:00 так як у стандартній мережі моніторингу у місті Одеса моніторинг проводиться 4 рази на день, а саме за 01:00, 07:00, 13:00 та 19:00.

Виконання короткострокового прогнозу УкрНДГМІ можливо тільки при наявності значень всіх предикторів, що входять до регресійних рівнянь. Тому в ході підбору даних для прогнозу довелося відсіяти значну кількість даних моніторингу, здебільшого через відсутність одного з предикторів рівняння регресії, а саме значення концентрації діоксиду азоту за попередню добу. Так як моніторинг на стандартній мережі спостереження за станом атмосферного повітря не вівся у вихідні та святкові дні, дні після них не могли використовуватися для прогнозу через відсутність даних за попередній день.

Для розрахунку прогностичного рівня забруднення атмосферного повітря діоксидом азоту на основі таблиці параметрів рівнянь регресії згідно з методикою короткострокового прогнозу УкрНДГМІ були складені прогнози.

У ході проведення короткострокового прогнозу забруднення атмосферного повітря м. Одеси діоксидом азоту за методом УкрНДГМІ у літній період 2013 р. та 2017 р. була проведена оцінка справджуваності за градаціями. За цією оцінкою було отримано для 2013 року 100 відсоткову справджуваність (усі 48 випадків потрапили до другого класу небезпеки – помірне забруднення), а для 2017 року - 96,67% (58 випадків склали другий клас небезпеки).

За даними результатами можна дійти висновку, що предиктори, обрані у методиці короткострокового прогнозу УкрНДГМІ, добре описують процес забруднення атмосфери м. Одеси у літній період (червень, липень, серпень). Зазначена прогностична схема є ефективною та може бути рекомендована для впровадження для оперативного прогнозування забруднення атмосферного повітря міста Одеси діоксидом азоту.