исследований свидетельствуют, что поливная вода с минерализацией 0,5 г/дм³ вызывает слабое осолонцевание высокобуферной почвы по натрию после 45 лет орошения; 1 – 35; 1,5 – 15; 2 – 7; с минерализацией 3 г/дм³ и больше – уже в первый год орошения. Средняя степень натриевого осолонцевания орошаемых высоко буферных почв наступает при орошении водой с минерализацией 1,5 г/дм³ после 50 лет; 2,0 г/дм³ – 40; 3,0 г/дм³ – 20; 4,0 г/дм³ – 5; с минерализацией 5,0 г/дм³ и больше – в первый год орошения. Сильная степень натриевого осолонцевания орошаемых высокобуферных почв наступает при орошении водой с минерализацией 3,0 г/дм³ после 53 лет орошения; 4,0 – 37; 5,0 – 22; 6,0 – 12 лет; с минерализацией 7,0 г/дм³ и больше – в первый год орошения. Натриевые солонцы на орошаемых землях образуются при орошении поливной водой больше 5 г/дм³ после 55 лет орошения; 6,0 – 40; 7,0 г/дм³ – после 20 лет орошения. Чем выше содержание поглощенного магния в почвах к началу орошения, выше минерализация поливной воды и больший срок орошения, тем скорее происходит осолонцевание орошаемых почв по магнию. Чем выше сумма поглощенных оснований в почвенном поглощающем комплексе к началу орошения, меньшая минерализация поливной воды и длиннее срок орошения, тем более значительное снижение суммы поглощенных оснований и тем ниже буферная способность орошаемых грунтов.

Ключевые слова: почвенный поглощающий комплекс, поглощенные катионы, степень осолонцевания, продолжительность орошения, качество поливной воды, база данных, математическое моделирование, корреляционные связи, эмпирические уравнения.

P. Lozovitskii, PhD Technic, Senior Researcher, Associate Professor
CGO by B. Sreznevskiy, Kyiv, Ukraine,
A. Molochko, PhD Geography, Professor
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

REGULARITIES OF DEGREE OF SOIL SECONDARY ALKALINITY OF ANTHROPOGENIC NATURAL-TECHNICAL SYSTEMS SOUTHERN UKRAINE

For the first time on the basis of summarizing and mathematical modeling of the results of long years of research of changes in the content of exchange bases of irrigated soils, conducted by the author and other researchers in the irrigation systems of the south of Ukraine, empirical relationship of the upper horizon alkanization of automorphic irrigated land, depending on the mineralization and composition of irrigation water and the duration of irrigation was established and formula of predicting the extent of their alkanization according both sodium and magnesium was suggested. The obtained summarized results indicate that irrigation water with mineralization up to 0.5 g/dm³ does not cause sodium alkalinity of irrigated soil for 40 years, 1.0 – 30, 1.5 – 15, 2.0 g/dm³ – for 5 years. Irrigation water with mineralization 0.5 g/dm³ causes weak alkalinity of the soil with large amounts of calcium at sodium after 45 years of irrigation; with a salinity of 1 – 35; 1.5 g/dm³ – 15; 2 g/dm³ – 7; with a salinity of 3 g/dm³ and more – already in the first year of irrigation. Average degree of sodium alkalinity of irrigated soil with large amounts of calcium comes in irrigation of water with mineralization 1.5 g/dm³ 50 years; 2.0 g/dm³ – 40; 3.0 g/dm³ – 20; 4.0 g/dm³ – 5; with mineralization 5.0 g/dm³ and more – in the first year of irrigation. Heavy degree of sodium alkalinity highly irrigated soil with large amounts of calcium comes in irrigation of water with mineralization 3.0 g/dm³ after 53 years of irrigation; 4.0 – 37; 5.0 – 22; 6.0 – 12; with mineralization 7.0 g/dm³ and more – in the first year of irrigation. Sodium solonetz on irrigated land are formed under irrigation of irrigation water over g/dm³ after 55 years of irrigation; 6.0 – 40; with mineralization 7.0 g/dm³ – after 20 years of irrigation are. The higher the content of absorbed magnesium in the soil before the irrigation, higher salinity of irrigation water and longer term of irrigation, more quickly irrigated soils are solonetz for magnesium are. The higher amount of absorbed bases in the soil absorbing complex (SAC) before irrigation, lower salinity of irrigation water and longer term of irrigation, the more significant reduction in the amount of absorbed bases and the lower the buffer capacity of irrigated soils are.

It was also made an attempt to map the distribution over time of the qualitative and quantitative indicators of research in the anthropogenic natural and technical systems of the South of Ukraine. At the pre-cartographic stage, the sampling of scales and the calculation of characterizing elements of figures or other visual means were made, which are appropriate to be used in the process of displaying and understanding the content and spatial features of the mapping objects. For this purpose, an analysis of statistical series is carried out and the histograms of distribution of numerical values in the row are constructed in various intervals of the scale.

Key words: soil absorbing complex, absorbed cations, the degree of alkalinity, duration of irrigation, irrigation water quality, database, mathematical modeling, correlations, empirical equation.

<http://doi.org/10.17721/1728-2721.2017.68.4>
УДК 502.3:504.5

Ю. Яценко, асп., О. Шевченко, канд. геогр. наук, доц.,
С. Сніжко, д-р геогр. наук, проф.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

КЛАСИФІКАЦІЯ МІСТ УКРАЇНИ ЗА РІВНЕМ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

Метою роботи є дослідження сучасного рівня забруднення атмосферного повітря міст України завислими речовинами, монооксидом вуглецю, двооксидом азоту та формальдегідом для виявлення найзабрудненіших міст, їх ранжування та здійснення класифікації міст за рівнем перевищення гранично допустимих концентрацій (ГДК) середніми річними концентраціями вищезазначених речовин для визначення переліку міст для пріоритетного упровадження екологічних заходів.

Для виконання дослідження використано інформацію Центральної геофізичної обсерваторії про строкові та середньорічні концентрації завислих речовин, окису вуглецю, двооксиду азоту й формальдегіду у повітрі міст України (строкові дані за 2013 р., середньорічні – за період 1998–2015 рр.).

Розроблено класифікацію міст за рівнем перевищення ГДК середніми річними концентраціями завислих речовин, окису вуглецю, двооксиду азоту та формальдегіду. Виділено три групи міст для завислих речовин: перша група (26 міст) допустимий рівень забруднення (< 1 ГДК); друга група (15 міст) – підвищений рівень забруднення (1–2 ГДК); третя група (7 міст) – високий рівень забруднення (2–3 ГДК). Для окису вуглецю виділено дві групи міст: перша група (36 міст) допустимий рівень забруднення (< 1 ГДК); друга група (8 міст) – підвищений рівень забруднення (1–2 ГДК). Виділено три групи міст для двооксиду азоту: перша група (21 місто) допустимий рівень забруднення (< 1 ГДК); 2 група (27 міст) – підвищений рівень забруднення (1–2 ГДК); третя група (3 міста) – високий рівень забруднення (2–3 ГДК). Для формальдегіду виділено чотири групи міст: перша група (4 міста) допустимий рівень забруднення (< 1 ГДК); друга група (13 міст) – підвищений рівень забруднення (1–2 ГДК); третя група (12 міст) – високий рівень забруднення (2–3 ГДК); четверта група (13 міст) екстремально-високий рівень забруднення (3–6 ГДК).

Досліджено, яка відсоткова частка днів протягом 2013 р. мала концентрації, які вищі ГДК. Дослідження проведено по шести містам (Севастополь, Маріуполь, Торецьк, Єнакієве, Тернопіль, Ужгород та Київ).

Результати виконаних досліджень можуть стати основою для вибору об'єктів для подальшого поглибленого вивчення та аналізу особливостей формування забруднення повітря в містах України.

Ключові слова: забруднення атмосферного повітря, завислі речовини, двоокис азоту, монооксид вуглецю, формальдегід, перевищення гранично допустимої концентрації.

Вступ. Атмосферне повітря є одним із найважливіших компонентів природного середовища, тому вивченню його якісного стану має приділятися належна

увага. Забруднення повітря посідає перше місце за ступенем хімічної небезпеки для людини. Особливо гостро проблема забруднення атмосферного повітря

відчувається в урбанізованих регіонах. Урбанізовані території є зонами ризику для здоров'я населення, оскільки атмосферне повітря цих територій містить підвищену кількість шкідливих домішок антропогенного походження. Сьогодні сумарний рівень забруднення повітря великих і середніх міст України у 2–4 рази перевищує гранично допустимий і є небезпечним для здоров'я населення. Саме тому оцінка сучасного рівня забруднення атмосферного повітря у нашій країні є надзвичайно актуальною проблемою.

Особливу увагу слід приділити таким домішкам, як завислі речовини (аерозолі, пил), монооксид вуглецю і, як показують останні дослідження [1–2, 8–11], – двоокису азоту та формальдегіду. Адже середні концентрації в атмосферному повітрі саме цих речовин останнім часом стрімко збільшуються.

Спостереження за концентраціями завислих речовин протягом останніх десятиліть головним чином необхідні через вплив цих домішок на здоров'я та клімат. Зниження видимості, як результат розсіювання і поглинання світла аерозолями, є ще однією проблемою, що пов'язана із забрудненням завислими частинками [14]. Антропогенний окис вуглецю (CO) є важливим попередником озону та вторинних органічних аерозолів та виділяється переважно із котелень і транспортних засобів у містах [13]. Двоокис азоту (NO_2) негативно впливає на людський організм [18–19]. Вплив на здоров'я населення відбувається як за рахунок впливу високих концентрацій NO_2 протягом короткого періоду часу, так і за рахунок порівняно низьких, але типових для урбанізованих територій концентрацій NO_2 у повітрі, яким мешканці міста дихають протягом всього життя. Високі концентрації формальдегіду в повітрі великих міст світу останнім часом стають серйозною проблемою. Навіть такі незначні концентрації формальдегіду в повітрі, як 100 част. на мільярд, призводять до значного подразнення слизової оболонки очей, носової порожнини, горла. Якщо ж концентрація зростає до 100 част. на мільйон, то це стає вкрай небезпечним не лише для людського здоров'я, але й для життя [10].

Саме тому в усьому світі активно досліджують джерела надходження вищезазначених речовин у повітря, особливості їх просторово-часового розподілу у великих містах, перебіг фотохімічних перетворень за їх участі та намагаються знайти шляхи вирішення цієї серйозної проблеми.

Аналіз останніх досліджень. Вивченню якості атмосферного повітря останнім часом приділяється значна увага [1–2, 8–11, 13–14]. В Україні ця проблема також викликає все більший інтерес науковців [4–5, 8–11]. Більшість робіт присвячено комплексній оцінці рівня та характеру забруднення окремих міст чи регіонів. Також значна кількість досліджень присвячена вивченню окремих забруднювальних речовин [1–2, 7, 9–10] та оцінці рівня забруднення конкретних міст [1, 5, 11]. Значний внесок у вивчення проблеми якості повітря міст України зробили співробітники Київського національного університету імені Тараса Шевченка та Українського гідрометцентру [8–11].

Матеріали та методи досліджень. Для дослідження рівнів забруднення окремих міст чи територій у межах України було використано інформацію Центральної геофізичної обсерваторії про строкові та середньорічні концентрації завислих речовин, двоокису азоту, монооксиду вуглецю та формальдегіду за період 1998–2015 рр. (по містах Донецьк, Луганськ, Григорівка, Торезьк, Єнакієве, Макіївка, Алчевськ та Горлівка дані розглянуто за період 1998–2014 рр., по містах Керч, Ялта, Севастополь, Сімферополь та Армянськ – за період 1998–2013 рр.).

Для дослідження застосовувалися класичні методи прикладної математичної статистики (оцінка статистичних параметрів розподілу концентрацій, графічні методи візуалізації рівнів забруднення повітря), які було реалізовано за допомогою доступних програм "MS-Excel" та "Statistica-8.0".

Виклад основного матеріалу. Завислі речовини (аерозолі) – це динамічна суміш (хімічний комплекс) дрібних твердих частинок і крапель рідини, яка у вигляді суспензії перебуває у завислому стані атмосферного повітря. Вони невидимі для людського ока, адже мають розміри від кількох нанометрів до 100 мікрометрів. Незважаючи на такі незначні розміри, аерозолі негативно впливають на здоров'я населення, завдають шкоди архітектурним спорудам, погіршують видимість [8]. Ступінь дисперсії завислих частинок має велике гігієнічне значення, тому що вона визначає тривалість їх перебування у повітрі та вплив на організм. Чим менші розміри завислих частинок, тим довше вони знаходяться у завислому стані у повітрі, тим далі віддаляються від джерела викиду. Великодисперсні частинки осідають із повітря, частково затримуються у верхніх дихальних шляхах. Найбільш загрозливі – середньодисперсні частинки, які проникають до альвеолярної поверхні легень, затримуються там і можуть зумовлювати ураження бронхів і легень.

Діоксид азоту (NO_2 нітрогену (IV) оксид). Загальна маса діоксиду азоту, який щорічно надходить в атмосферу при антропогенних процесах, становить понад 15–20 Мт. Це приблизно 0,1 маси цього газу, який утворюється природним шляхом (вулкани, грозова діяльність, мікроорганізми). Діоксид азоту зберігається в атмосфері в середньому близько 3 діб. При взаємодії із водяною парою він перетворюється на азотну кислоту та інші нітрати. Останні повертаються у ґрунт з опадами, чим добре пояснюється відома якість снігу – здобувати ґрунт [8]. Діоксид азоту є вторинною домішкою, яка утворюється в результаті фотохімічних реакцій, що відбуваються в атмосфері. Частина оксидів азоту із викидів переходить у діоксид, інші оксиди зберігаються тривалий час у вигляді оксидів азоту і теж надходять в атмосферу. Викиди оксидів азоту зазвичай оцінюються в перерахунку на NO_2 [6].

Оксид і діоксид азоту відіграють складну та важливу роль у фотохімічних процесах, що відбуваються у тропосфері й стратосфері при сонячному світлі та є причиною утворення фотохімічного смогу і високих концентрацій O_3 . Тому можливі реакції з участю оксидів азоту в атмосфері й фотохімічні процеси, що призводять до утворення O_3 , вивчені доволі докладно. Концентрації NO і NO_2 , пов'язані послідовністю реакцій, детально розглянуто в багатьох дослідженнях [12, 16–17].

Монооксид вуглецю (чадний газ, CO) – найпоширеніша й найсуттєвіша за масою домішка атмосфери. У природних умовах вміст оксиду вуглецю в атмосфері дуже малий: коливається від сотих частинок до 0,2 частинок на млн^{-1} . Уміст монооксиду вуглецю у великих містах коливається в межах 1–250 частинок на млн^{-1} . Монооксид вуглецю утворюється у процесі горіння вихопного палива (вугілля) або сполук, що містять вуглець, при нестачі кисню в опалюваних приладах, а також у результаті роботи двигунів внутрішнього згоряння при неповному згорянні пального. Найвища концентрація CO спостерігається на вулицях і майданах з інтенсивним рухом автотранспорту, особливо в автомобільних пробках [8].

Формальдегід є газоподібною забруднювальною речовиною, уміст якої у повітрі регулюється як природними процесами (лісові пожежі, вулканічні гази, виділення рослинами та тваринами), так і антропогенною діяльністю (викиди теплових електростанцій, промис-

лових підприємств, сміттєспалювальних заводів, двигунів внутрішнього згорання), а також процесами фотохімічного окислення інших забруднювальних речовин прекурсорів (метану, етану, ізопрену, етилену, 1-бутену, пропілену, ізопрену, толуолу, алкенів C_5-C_8 , метанолу, диметилсульфіду, стирулу, окремих ацетиленових вуглеводнів) [7] у приземному шарі атмосфери.

Високі концентрації формальдегіду в повітрі великих міст останнім часом стають серйозною проблемою. Навіть такі незначні концентрації формальдегіду у повітрі, як 100 част. на мільярд призводить до значного подразнення слизової оболонки очей, носової порожнини, горла. Якщо його концентрація збільшується до 100 част. на мільйон, він стає вкрай небезпечним для людського життя та здоров'я. Агентством із питань захисту навколишнього середовища США (U. S. EPA) формальдегід класифікується як імовірний канцероген для людини з мінімальною разовою інгалаційною дозою $1,3 \cdot 10^{-5}$ мг/м³. Якщо середня життєва інгалаційна доза формальдегіду досягає чи перевищує 8 мг/м³, то шанс розвитку раку оцінюється величиною 1/10000 [15].

Для установлення реальних рівнів забруднення атмосферного повітря міст України вищезазначеними забруднювальними речовинами нами були виконані деякі узагальнення доступних даних мережі моніторингу забруднення повітря в Україні. Для санітарної оцінки

ступеня забруднення атмосферного повітря важливим є визначення гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин у повітрі населених пунктів (ГДК с. д.); гранично допустимих максимальних разових концентрацій шкідливих речовин у повітрі населених пунктів (ГДК м. р.). Згідно із законом України "Про охорону атмосферного повітря", для обмеження забруднення та можливості контролю стану повітряного середовища Міністерством охорони здоров'я (МОЗ) установлюються гранично доступні концентрації забруднюючих атмосфери речовин [3]. Нормативами забруднення повітря визначені граничні межі вмісту шкідливих речовин як у виробничій зоні (призначена для розташування промислових підприємств, дослідних виробництв, науково-дослідних інститутів тощо), так і у селітебній зоні (призначена для розташування житлового фонду, громадських будівель і споруд тощо) населених пунктів.

Для твердих часточок (пилу) ГДК с. д. в атмосферному повітрі міст дорівнюють 0,15 мг/м³, для окису вуглецю – 3 мг/м³, для двоокису азоту – 0,04 мг/м³, для формальдегіду – 0,003 мг/м³. Використовуючи стандартні статистичні програми, нами було розраховано, зокрема, перевищення ГДК усіма досліджуваними речовинами в містах України, де проводиться моніторинг даних забруднювачів. Результати розрахунків було ранжовано і подано графічно (рис. 1).

Рис. 1. Перевищення ГДК середніми річними концентраціями завислих речовин, монооксиду вуглецю, двоокису азоту та формальдегіду в повітрі міст України (за період із 1998 по 2015 рр.)

Щодо завислих речовин, можна стверджувати, що у 26 із 48 досліджуваних міст забезпечується допустимий рівень забруднення повітря даною домішкою, що відповідає 54 % усіх міст, де здійснюється моніторинг завислих речовин. У 15-ти містах (31 %) середньорічні концентрації перевищують 1 ГДК, у решті міст (7 із 48) спостерігається перевищення ГДК більше, ніж удвічі. Щодо монооксиду вуглецю, то ситуація доволі позитивна. У 36-ти містах України забезпечується допустимий рівень забруднення повітря цією домішкою, а це майже 82 % усіх міст, де проводиться моніторинг монооксиду вуглецю. У решті міст (18 %) спостерігається перевищення ГДК, але не більше, ніж удвічі. Щодо двоокису азоту, у 21 місті із 51 досліджуваного (41 % усіх міст, в яких здійснюється моніторинг двоокису азоту в атмосфері) забезпечується допустимий рівень забруднення повітря даною речовиною. У решті міст (59 %) – стабільне перевищення ГДК.

Щодо формальдегіду, ситуація ідентична до досліджень С. І. Сніжка та О. Г. Шевченко [9], хоча нами було досліджено період, збільшений на 3 роки (1998–2015).

Аналіз розмаху коливань середньорічних концентрацій досліджуваних речовин у повітрі міст України показав, що по трьох домішках осереднені по всіх містах значення концентрацій перевищують ГДК (перевищення характерне для завислих речовин, двоокису азоту та

формальдегіду). Для завислих речовин характерним є перевищення ГДК осередненими по всіх містах середньорічними концентраціями. У 13-ти містах навіть мінімальні із середньорічних концентрацій перевищують ГДК; щодо решти міст – для них характерний допустимий рівень забруднення завислими речовинами. Стосовно двоокису азоту, то у 10-ти містах мінімальні концентрації перевищують ГДК і ще у 13-ти містах мінімальні концентрації рівні 1 ГДК, тобто практично весь діапазон знаходиться вище значення ГДК. У випадку із формальдегідом ситуація найгірша – осереднене по всіх досліджених містах значення концентрацій формальдегіду в повітрі більше, ніж удвічі перевищує ГДК, у переважній більшості міст, в яких здійснюється моніторинг цієї домішки, навіть найнижчі із середніх концентрацій перевищують ГДК. Таких міст налічується 23. Для більшості міст характерним є перевищення ГДК у межах усього діапазону коливань концентрацій формальдегіду в повітрі.

На основі аналізу проведених розрахунків та ранжованих рядів величин перевищення ГДК середніми річними концентраціями завислих речовин, окису вуглецю, двоокису азоту та формальдегіду (рис. 1) усі міста України за рівнем забруднення даними речовинами можна розділити на групи (табл. 1).

Таблиця 1. Класифікація міст України за рівнем перевищення ГДК середніми річними концентраціями завислих речовин, окису вуглецю, двоокису азоту та формальдегіду осередненими за багаторічний період (1998–2015)

Кратність перевищення ГДК			
Завислі речовини			
< 1 ГДК (допустимий рівень забруднення)	1–2 ГДК (підвищений рівень забруднення)	2–3 ГДК (високий рівень забруднення)	
Чернівці, Севастополь, Луцьк, Ізмаїл, Біла Церква, Сімферополь, Херсон, Миколаїв, Луганськ, Слов'янськ, Ужгород, Лисичанськ, Северодонецьк, Рубіжне, Горішні Плавні, Черкаси, Харків, Київ, Рівне, Житомир, Григорівка, Краматорськ, Керч, Запоріжжя, Хмельницький, Тернопіль	Маріуполь, Полтава, Вінниця, Львів, Івано-Франківськ, Кременчук, Суми, Світловодськ, Ялта, Одеса, Кропивницький, Олександрія, Дніпро, Кам'янське, Донецьк	Алчевськ, Горлівка, Армянськ, Єнакієве, Торецьк, Кривий Ріг, Макіївка	
Окис вуглецю			
< 1 ГДК (допустимий рівень забруднення)	1–2 ГДК (підвищений рівень забруднення)		
Луцьк, Ізмаїл, Севастополь, Миколаїв, Світловодськ, Григорівка, Сімферополь, Маріуполь, Хмельницький, Біла Церква, Черкаси, Суми, Херсон, Чернівці, Київ, Горішні Плавні, Кременчук, Керч, Рівне, Донецьк, Житомир, Полтава, Луганськ, Тернопіль, Харків, Кропивницький, Кам'янське, Макіївка, Дніпро, Івано-Франківськ, Ужгород, Вінниця, Ялта, Запоріжжя, Львів, Кривий Ріг	Єнакієве, Алчевськ, Одеса, Торецьк, Горлівка, Лисичанськ, Северодонецьк, Рубіжне		
Двоокис азоту			
< 1 ГДК (допустимий рівень забруднення)	1–2 ГДК (підвищений рівень забруднення)	2–3 ГДК (високий рівень забруднення)	
Григорівка, Сімферополь, Горішні Плавні, Кременчук, Світловодськ, Кропивницький, Севастополь, Чернівці, Лисичанськ, Олександрія, Рубіжне, Северодонецьк, Харків, Полтава, Луганськ, Черкаси, Вінниця, Рівне, Івано-Франківськ, Тернопіль, Алчевськ	Миколаїв, Львів, Маріуполь, Краматорськ, Ужгород, Суми, Українка, Кривий Ріг, Ялта, Керч, Армянськ, Слов'янськ, Обухів, Луцьк, Одеса, Ізмаїл, Житомир, Хмельницький, Горлівка, Біла Церква, Кам'янське, Херсон, Чернігів, Торецьк, Єнакієве, Запоріжжя, Дніпро	Київ, Макіївка, Донецьк	
Формальдегід			
< 1 ГДК (допустимий рівень забруднення)	1–2 ГДК (підвищений рівень забруднення)	2–3 ГДК (високий рівень забруднення)	3–6 ГДК (екстремально-високий рівень забруднення)
Тернопіль, Алчевськ, Харків, Полтава	Ізмаїл, Керч, Кропивницький, Суми, Хмельницький, Запоріжжя, Львів, Чернівці, Севастополь, Київ, Кременчук, Сімферополь, Вінниця	Макіївка, Рівне, Горлівка, Херсон, Кривий Ріг, Донецьк, Ялта, Єнакієве, Торецьк, Черкаси, Світловодськ, Дніпро	Луганськ, Краматорськ, Миколаїв, Луцьк, Армянськ, Рубіжне, Северодонецьк, Слов'янськ, Ужгород, Маріуполь, Кам'янське, Лисичанськ, Одеса

Проаналізувавши дані табл. 1, можна виділити міста, які за кратністю перевищення ГДК завислих речовин, окису вуглецю, двоокису азоту та формальдегіду, доречно було б назвати відносно чистими (Тернопіль, Харків, Полтава), міста, які можна назвати дуже забрудненими (Армянськ, Донецьк, Єнакієве, Горлівка, Макії-

вка, Торецьк, Кривий Ріг тощо), решту міст можна назвати забрудненими.

Ця закономірність підтвердилася і подальшими розрахунками повторюваності днів протягом 2013 р. із концентраціями забруднюючих домішок, що перевищували ГДК. Дослідження проведено по шести містах (Севас-

тополь, Маріуполь, Торецьк, Єнакієве, Тернопіль, Ужгород, Київ). Були отримані такі результати: для завислих речовин відсоткове відношення значень, що перевищують ГДК до всієї кількості вимірів протягом року становило: для Севастополя – 1 %, Маріуполя – 51 %, Торецька 97 %, Єнакієвого 95 %, Тернополя 16 %, Ужгорода 1 %, для Києва – 1 %. Для окису вуглецю відсоткове відношення значень, що перевищують ГДК до всієї кількості вимірів, протягом року становило: для Севастополя – 0 %, Маріуполя 3 %, Торецька 73 %, Єнакієвого 0 %, Тернополя 8 %, Ужгорода 45 %, Києва 14 %. Для двоокису азоту відсоткове відношення значень, що перевищують ГДК до всієї кількості вимірів, протягом року становило: для Севастополя 97 %, Маріуполя 94 %, Торецька 98 %, Єнакієвого 97 %, Тернополя 17 %, Ужгорода 93 %, Києва 99 %. Отримані результати підтверджують попередню класифікацію та критичну ситуацію із забрудненням атмосферного повітря в деяких містах України.

Висновки. Отже, у результаті проведених досліджень оцінено сучасні рівні забруднення атмосферного повітря міст України основними забруднювальними речовинами та формальдегідом з урахуванням діючих у державі нормативів. Залежно від рівня забруднення, по кожній із досліджуваних домішок встановлено групи міст з різним ступенем забруднення повітря даними речовинами. Дослідження показали, що у 82 % усіх досліджених міст забезпечується допустимий рівень забруднення повітря монооксидом вуглецю. У решті міст (18 %) спостерігається перевищення ГДК, але не більше, ніж удвічі. Щодо завислих речовин, то у 54 % усіх міст забезпечується допустимий рівень забруднення повітря даною домішкою, у 15 % міст спостерігається перевищення ГДК більше, ніж удвічі. Щодо двоокису азоту, то у 41 % усіх досліджених міст забезпечується допустимий рівень забруднення повітря даною речовиною. У 59 % міст спостерігається стабільне перевищення ГДК. Дослідження показали, що в 99 % досліджених міст середні концентрації формальдегіду стабільно перевищують гранично-допустимі.

Результати виконаних досліджень можуть бути покладені в основу вибору об'єктів для подальшого поглибленого вивчення та аналізу особливостей формування забруднення повітря в містах України.

Список використаних джерел

1. Беляева И. В. Анализ источников загрязнения атмосферного воздуха города Донецка формальдегидом / И. В. Беляева, С. А. Орлова, Н. А. Борова // Экологические проблемы промышленных мегаполисов: Сб. трудов междунар. науч.-практ. конф., Донецк, 26–28 мая 2010 г. – Донецк, 2010. – С. 78–82.
2. Гомонай В. І. Формальдегід – головний компонент забруднення атмосфери автомобільним транспортом в містах України / В. І. Гомонай, В. Ю. Лобко, В. С. Ходаловський // Еколог. вісн. – 2007. – № 1 (41). – С. 10–12.
3. Закон України "Про охорону атмосферного повітря" зі змінами та доповненнями від 14.07.2016 р. // БВР. – 2016. – № 34. – С. 592.
4. Кіптенко Є. М. Вплив метеорологічних умов забруднення повітря у промислових містах України / Є. М. Кіптенко, Т. В. Козленко // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2007. – № 13. – С. 208–216.
5. Лоева І. Д. Оцінка антропогенного навантаження на повітряний басейн м. Одеси / І. Д. Лоева, П. Х. Грудев, Н. М. Демчишина // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – 2004. – Вып. 48. – С. 279–286.
6. Методика определения валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от котельных установок ТЭС. РД 34.02.305-98. – М., 1998.
7. Скубневская Г. И. Загрязнение атмосферы формальдегидом / Г. И. Скубневская, Г. Г. Дульцева. – Новосибирск, 1994. – 70 с.
8. Сніжко С. І. Урбометеорологічні аспекти забруднення атмосферного повітря великого міста / С. І. Сніжко, О. Г. Шевченко. – К.: Обрії, 2011. – 297 с.

9. Сніжко С. І. Оцінка сучасного рівня та тенденцій забруднення формальдегідом атмосферного повітря міст України / С. І. Сніжко, О. Г. Шевченко, Н. О. Данілова // Укр. гідрометеоролог. журн. – 2014. – Вип. 15. – С. 5–15.
10. Особливості часових змін концентрацій формальдегіду в атмосферному повітрі міст України / С. Сніжко, О. Шевченко, Ю. Яценко, Н. Данілова // Вісн. Київ. ун-ту. Військово-спеціальні науки. – 2016. – Вип. 2(35). – С. 24–29.
11. Шевченко О. Г. Рівень забруднення атмосферного повітря міста Києва формальдегідом / О. Г. Шевченко, М. І. Кульбіда, С. І. Сніжко та ін. // Укр. гідрометеоролог. журн. – 2014. – № 14. – С. 25–34.
12. Altsuller A. P., Bufalini J. J. Photochem. And Photolol 4.97. 1965.
13. Global comparison of VOC and CO observations in urban areas. Erika von Schneidmesser a, Paul S. Monks a*, Christian Plass-Duelmer Atmospheric Environment 44 (2010).
14. J. Holst et al. : Effect of meteorological exchange conditions // Meteorologische Zeitschrift. – Vol. 17. – No. 3. – 273–282 (2008, June).
15. Kerns W. D. Carcinogenicity of formaldehyde in rats and mice after longterm inhalation exposure / W. D. Kerns, K. L. Pavkov, D. J. Donofrio and other // Cancer Res 43: 4382-4392 (1983).
16. Leighton P. A. Photochemistry of Air Pollution / P. Leighton. – New York: Academic Press, 1961.
17. Logan J. A. Nitrogen oxides in the troposphere: global and regional budgets // J. Geophys. Res. 88. – 1983. – P. 10785–10807.
18. Samoli E. Short-term effects of nitrogen dioxide on mortality: an analysis within the APHEA project / E. Samoli, E. Aga, G. Touloumi // European Respiratory Journal. – 2006. – Vol. 27. – P. 1129–1137.
19. Venn A. J. Living near a main road and the risk of wheezing illness in children / A. J. Venn, S. A. Lewis, M. Cooper // American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine. – 2001. – Vol. 164. – P. 2177–2180.

References

1. Beljaeva I. V., Orlova S. A., Borobova N. A. Analiz istochnikov zagryazneniya atmosfornogo vozduha goroda Donecka formal'degidom // Jekologicheskie problemy industrial'nyh megapolisov: Sbornik trudov mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Doneck, 26–28 maja 2010 g. – S. 78–82.
2. Gomonaj V. I., Lobko V. Ju., Hodakovsk'ij V. S. Formal'degid – glavnyj komponent zabrudneniya atmosfery avtomobil'nyh transportom v mistah Ukraïny // Ekologichnyj visnyk. – 2007. – №1 (41). – S. 10–12.
3. Zakon Ukraïny "Pro ohoronu atmosfornogo povit'ra" zi zminamy ta dopovnennjamy vid 14.07.2016 r. // VVR. – 2016. – № 34. – S. 592.
4. Kiptenko Je. M., Kozlenko T. V. Vplyv meteorologichnyh umov zabrudneniya povit'ra u promyslovyh mistah Ukraïny // Hidrologija, gidrohimiya i gidroekologija. – 2007. – № 13. – S. 208–216.
5. Lojeva I. D., Grudjev P. H., Demchysyna N. M. Ocinka antropogennogo navantazhennja na povit'ranij basajn m. Odesy // Meteorologija, klymatologija y gydrologija. – 2004. – Вып. 48. – S. 279–286.
6. Metodika opredelenija valovyh vybrososv zagryaznjajushhih veshhestv v atmosferu ot kotel'nyh ustanovok TJeS. RD 34.02.305-98. – M., 1998.
7. Skubnevskaja G. I., Dul'ceva G. G. Zagryaznenie atmosfery formal'degidom. – Novosibirsk, 1994. – 70 s.
8. Snizhko S. I., Shevchenko O. G. Urbometeorologichni aspekty zabrudneniya atmosfornogo povit'ra velykogo mista. – K.: Obrii, 2011. – 297 s.
9. Snizhko S. I., Shevchenko O. G., Danilova N. O. Ocinka suchasnoho rinvja ta tendencij zabrudneniya formal'degidom atmosfornogo povit'ra mist Ukraïni // Ukraïns'kij gidrometeorologichnij zhurnal. – 2014. – Vip. 15. – S. 5–15.
10. Snizhko S., Shevchenko O., Jacenko Ju., Danilova N. Osoblyvosti chasovyh zmin koncentracij formal'degidu v atmosfornomu povit'ri mist Ukraïny // Visn. Kyïvs'kogo universytetu. Vijs'kovo-special'ni nauky. – 2016. – Vyp. 2(35). – S. 24–29.
11. Shevchenko O. G., Kul'bida M. I., Snizhko S. I., Shherbuha L. S., Danilova N. O. Riven' zabrudneniya atmosfornogo povit'ra mista Kyjeva formal'degidom // Ukraïns'kij gidrometeorologichnij zhurnal. – 2014. – № 14. – S. 25–34.
12. Altsuller A. P., Bufalini J. J. Photochem. And Photolol 4.97. 1965.
13. Global comparison of VOC and CO observations in urban areas. Erika von Schneidmesser a, Paul S. Monks a*, Christian Plass-Duelmer Atmospheric Environment 44 (2010).
14. J. Holst et al. : Effect of meteorological exchange conditions. Meteorologische Zeitschrift, Vol. 17, No. 3, 273–282 (June 2008).
15. Kerns W. D., Pavkov K. L., Donofrio D. J., Gralla E. J., Swenberg J. A. Carcinogenicity of formaldehyde in rats and mice after longterm inhalation exposure // Cancer Res 43: 4382-4392 (1983).
16. Leighton P. A. Photochemistry of Air Pollution. Academic Press. New York. 1961.
17. Logan J. A. Nitrogen oxides in the troposphere: global and regional budgets // J. Geophys. Res. 88. 1983. P. 10785–10807.
18. Samoli, E., Aga, E., Touloumi, G., Nisiotis, K., Forsberg, B., Lefranc, A., Pekkanen, J., Wojtyniak, B., Schindler, C., Niciu, E., Brunstein, R., Dodic, M., Schwartz, J., Katsouyanni, K., 2006. Short-term effects of nitrogen dioxide on mortality: an analysis within the APHEA project. European Respiratory Journal 27, P. 1129–1137.
19. Venn, A. J., Lewis, S. A., Cooper, M., Hubbard, R., Britton, J., 2001. Living near a main road and the risk of wheezing illness in children. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine 164, P. 2177–2180.

Надійшла до редколегії 18.10.17

Ю. Яценко, асп.,
О. Шевченко, канд. геогр. наук., доц., С. Сніжко, д-р геогр. наук, проф.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

КЛАССИФИКАЦИЯ ГОРОДОВ УКРАИНЫ ПО УРОВНЮ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Целью работы является исследование современного уровня загрязнения атмосферного воздуха городов Украины взвешенными веществами, угарным газом, диоксидом азота и формальдегидом для выявления наиболее загрязненных городов, их ранжирование и осуществление классификации городов по уровню превышения предельно допустимых концентраций (ПДК) средними годовыми концентрациями вышеуказанных веществ для определения перечня городов с целью приоритетного внедрения экологических мероприятий.

Для выполнения исследования использована информация Центральной геофизической обсерватории о срочных и среднегодовых концентрациях взвешенных веществ, окиси углерода, диоксида азота и формальдегида в воздухе городов Украины (срочные данные за период 2013, среднегодовые – за период 1998–2015 гг.).

Разработана классификация городов по уровню превышения ПДК средними годовыми концентрациями взвешенных веществ, окиси углерода, диоксида азота и формальдегида. Выделены три группы городов для взвешенных веществ: первая группа (26 городов) – допустимый уровень загрязнения (< 1 ПДК); вторая группа (15 городов) – повышенный уровень загрязнения (1–2 ПДК); третья группа (7 городов) – высокий уровень загрязнения (2–3 ПДК). Для окиси углерода выделено две группы городов: первая группа (36 городов) – допустимый уровень загрязнения (< 1 ПДК); вторая группа (8 городов) – повышенный уровень загрязнения (1–2 ПДК). Выделены три группы городов для диоксида азота: первая группа (21 город) – допустимый уровень загрязнения (< 1 ПДК); вторая группа (27 городов) – повышенный уровень загрязнения (1–2 ПДК); третья группа (три города) – высокий уровень загрязнения (2–3 ПДК). Для формальдегида выделено четыре группы городов: первая группа (4 города) – допустимый уровень загрязнения (< 1 ПДК); вторая группа (13 городов) – повышенный уровень загрязнения (1–2 ПДК); третья группа (12 городов) – высокий уровень загрязнения (2–3 ПДК); четвертая группа (13 городов) – экстремально высокий уровень загрязнения (3–6 ПДК).

Исследовано, какая процентная доля дней в течение 2013 г. имела концентрации выше ПДК. Исследование проведено по шести городам (Севастополь, Мариуполь, Торецк, Енакиеве, Ужгород и Киев).

Результаты выполненных исследований могут стать основой для выбора объектов в целью дальнейшего углубленного изучения и анализа особенностей формирования загрязнения воздуха в городах Украины.

Ключевые слова: загрязнение атмосферного воздуха, взвешенные вещества, диоксид азота, монооксид углерода, формальдегид, превышение предельно допустимой концентрации.

Y. Yatsenko, PhD Student,
O. Shevchenko, PhD Geography, Associate Professor, S. Snizhko, Doctor of Geographical Sciences, Professor
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

CLASSIFICATION OF THE CITY OF UKRAINE ON THE LEVEL OF ATMOSPHERIC AIR POLLUTION

The purpose of the work is to study the current level of air pollution of Ukrainian cities with suspended substances, carbon monoxide, nitrogen dioxide and formaldehyde to identify the most contaminated cities, their ranking and classification of cities by the level of exceeding the maximum allowable concentrations (MAC) by the average annual concentrations of the above substances for the list determination cities for the priority implementation of environmental measures.

For the purpose of the study, information was obtained from the Central Geophysical Observatory about the data and average concentrations of suspended solids, carbon monoxide, nitrogen dioxide and formaldehyde in the air of cities of Ukraine (data for the period of 2013, average annual – for the period 1998–2015).

The classification of cities according to the level of the MAC exceeds the average annual concentrations of suspended matter, carbon monoxide, nitrogen dioxide and formaldehyde. There are 3 groups of cities for suspended substances: Group 1 (26 cities) permissible level of pollution (< 1 MAC); Group 2 (15 cities) – elevated level of pollution (1–2 MACs); Group 3 (7 cities) – high level of pollution (2–3 MACs). For carbon monoxide, 2 groups of cities are allocated: Group 1 (36 cities) the permissible level of pollution (< 1 MAC); Group 2 (8 cities) – an elevated level of pollution (1–2 MACs). Three groups for nitrogen dioxide: Group 1 (21 cities) permissible level of pollution (< 1 MAC); Group 2 (27 cities) – elevated level of pollution (1–2 MACs); Group 3 (3 cities) – high level of pollution (2–3 MACs). For formaldehyde, four groups of cities are allocated: Group 1 (4 cities) permissible level of pollution (< 1 MAC); Group 2 (13 cities) – elevated level of pollution (1–2 MACs); Group 3 (12 cities) – high level of pollution (2–3 MACs); Group 4 (13 cities) extremely high level of pollution (3–6 MACs).

It was investigated what percent of the days during 2013 had a concentration of higher MAC. The research was conducted in 6 cities (Sevastopol, Mariupol, Toretsk, Yenakiyev, Ternopil, Uzhgorod and Kyiv).

The results of the performed research can become the basis for the selection of objects for further in-depth study and analysis of the peculiarities of the formation of air pollution in the cities of Ukraine.

Key words: atmospheric air pollution, suspended matter, nitrogen dioxide, carbon monoxide, formaldehyde, excess of maximum allowable concentration.

<http://doi.org/10.17721/1728-2721.2017.68.5>
УДК 911.2

Л. Білоус, канд. геогр. наук, доц.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

ЕКОРЕГІОН ЯК ОБ'ЄКТ ТРАНСКОРДОННОГО Й РЕГІОНАЛЬНОГО ПЛАНУВАННЯ СИСТЕМ ОХОРОНИ БІОРИЗНОМАНІТТА

Розглянуто оселищну концепцію охорони біорізноманіття, історію становлення та зміст систем класифікації оселищ суші, прісноводних і морських. Інформацію про оселищне різноманіття визначено ключовою при виділенні екорегіонів.

Екорегіон запропоновано визначати як об'єкт конструктивно-географічного планування систем охорони біорізноманіття. Екорегіон є базовою територіальною одиницею планування екомереж NATURA 2000, EMERALD.

Запропоновано осягти екорегіонів України. Їх визначено об'єктами транскордонного співробітництва в галузі охорони довкілля й біорізноманіття та планування національних, регіональних і локальних систем природоохорони.

Визначено пріоритетні задачі України із питань упровадження оселищної концепції охорони біорізноманіття в розрізі екорегіонів.

Ключові слова: оселище, класифікація оселищ, оселищне різноманіття, біорізноманіття, екорегіон, екомережа, екомережа NATURA 2000, екомережа EMERALD, список Global 200, система охорони біорізноманіття.

Постановка проблеми. За визначенням Усесвітнього фонду дикої природи (WWF), екорегіон – це територія чи акваторія з характерним комплексом природних угруповань і відповідним складом біоти та спектром екологічних процесів, що існують у певних географічних умовах.

Екорегіони різняться за складом оселищ і є органічними територіальними одиницями планування систем охорони біорізноманіття.

В основу виділення екорегіонів покладено систему класифікації оселищ.