

УДК 551.10.42

О. Е. ІЛЛЯШ, канд. техн. наук, доц., **Ю. В. КОМЛЕВА**

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

просп. Першотравневий, 24, 36000, Полтава, Україна

e-mail: iloks25@yandex.ua

АНАЛІЗ ВПЛИВУ КЛІМАТИЧНИХ ФАКТОРІВ НА РІВЕНЬ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ м. ПОЛТАВИ

Мета. Оцінка метеорологічного потенціалу атмосфери міста Полтави та її здатності до розсіювання домішок. **Методи.** Статистичні. **Результати.** Визначено вплив головних кліматичних факторів на умови розсіювання найбільш поширених домішок (пилу, оксидів сірка та вуглецю, сполук азоту, формальдегіду, аміаку), визначено величину удосконаленого метеорологічного потенціалу атмосфери (УМПА) м. Полтави, за яким здійснено оцінку зв'язку рівня забруднення атмосфери й змінами клімату міста. **Висновки.** Визначений показник УМПА рекомендовано використовувати при аналізі умов розсіювання домішок в атмосфері м. Полтави й прогнозування рівня її забруднення, встановлено тісний зв'язок між температурним фактором й концентраціями досліджуваних речовин в атмосфері міста, що виражається у зв'язку потепління клімату із збільшенням забруднення атмосфери.

Ключові слова: метеорологічний потенціал атмосфери, забруднення атмосфери, умови розсіювання домішок

Iliash O. E. , Komleva Yu.V.

Poltava National Technical University named after Yuriy Kondratyuk

ANALYSIS OF CLIMATIC FACTORS EFFECTS ON THE POLLUTION LEVEL OF THE CITY OF POLTAVA

Purpose. To assess the meteorological potential of Poltava city and its ability to disperse impurities. **Methods.** Quantitative and qualitative analysis and synthesis, the methodology of correlation and classification analysis. **Results.** Defined influence of the main climatic factors on the dispersion conditions of the most common impurities (dust, sulfur oxides and carbon, nitrogen compounds, formaldehyde, ammonia), defined the value of the improved meteorological potential of the atmosphere (IMPA) of Poltava city, which assessed the correlation between the level of atmospheric pollution and climate change in the city. **Conclusions.** Defined the IMPA indicator is recommended to use for analyzing the dispersion conditions of impurities in the Poltava city atmosphere and predicting the level of its contamination, found a close correlation between the temperature factor and the concentrations of the investigated substances in the city atmosphere, which is expressed in the correlation between climate warming and increased atmospheric pollution.

Key words: meteorological potential of the atmosphere, atmospheric pollution, conditions for dispersion of impurities

Ильяш О. Э., Комлева Ю. В.

Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА УРОВЕНЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ Г. ПОЛТАВЫ

Цель. Оценка метеорологического потенциала атмосферы города Полтавы и ее способности к рассеиванию примесей. **Методы.** Статистический. **Результаты.** Определено влияние главных климатических факторов на условия рассеивания наиболее распространенных примесей (пыли, оксидов серы и углерода, соединений азота, формальдегида, аммиака), определена величина усовершенствованного метеорологического потенциала атмосферы (УМПА) Полтавы, по которому осуществлена оценка связи уровня загрязнения атмосферы и изменений климата города. **Выводы.** Показатель УМПА рекомендуется использовать при анализе условий рассеивания примесей в атмосфере г. Полтавы и прогнозирования уровня его загрязнения, установлена тесная связь между температурным фактором и концентрациями исследуемых веществ в атмосфере города, что выражается в взаимосвязи потепления климата с увеличением загрязнения атмосферы.

Ключевые слова: метеорологический потенциал атмосферы, загрязнение атмосферы, условия рассеивания примесей

Вступ

Стан повітряного середовища населених пунктів залишається однією з вагомих природоохоронних проблем для будь-якої країни, регіону. Забруднення є процесом внесення у повітря або утворення в ньому хімічних речовин чи організмів, які, перш за все, несприятливо впливають на середовище життя. Рівень забруднення атмосферного повітря населених пунктів Полтавської області обумовлений обсягами викидів забруднюючих речовин як від стаціонарних, так й пересувних джерел, але характерною особливістю м. Полтави є значне переважання у загальній масі викидів в атмосферу вихлопних газів пересувних джерел, що на сьогодні відповідає рівню 87%.

Вихлопні гази є основною причиною перевищення гранично допустимих концентрацій токсичних речовин в атмосфері міст. Їх головними компонентами є монооксид вуглецю, оксиди азоту, вуглеводні, альдегіди.

Рівень забруднення атмосферного повітря міста залежить не лише від об'ємів й складу викидів в атмосферу, а й від метеорологічних умов, які формують своєрідний метеорологічний потенціал забруднення повітря.

З точки зору метеорологічних процесів в атмосфері міста вміст газових і аеро-

Методика дослідження

Для проведення досліджень на першому етапі для м. Полтави застосовано методологію оцінки метеорологічного потенціалу атмосфери, який дає можливість проаналізувати властивості атмосфери щодо ефективності розсіювання найбільш поширених домішок в залежності від трьох факторів: температури атмосферного повітря, режиму вітрів та зволоження повітряного середовища міста.

Методологія оцінки метеорологічного потенціалу атмосфери, була удосконалена колективом авторів на чолі із Т.С. Селегей, й зводиться до визначення показника УМПА (удосконаленого метеорологічного потенціалу атмосфери) [3], який описується залежністю:

$$\text{УМПА} = K_t + K_v + K_{\text{оп}}, \quad (1)$$

де K_t – коефіцієнт теплозабезпечення, що визначається як

$$K_t = \sum t_{\text{ср.тепл.}} / t_{\text{ср.холод.}}, \quad (2)$$

зольних домішок може змінюватися під впливом різних атмосферних рухів, які відрізняються за масштабами: від локальних до макромасштабних. Але переважаючими для формування клімату міста є процеси локального масштабу, й перш за все, процеси безпосередньо навколо джерел забруднення, що вимагає розгляду проблеми забруднення повітряного середовища всередині міст як умовно замкненого простору, що є життєвим середовищем для тисяч людей.

Мета роботи – оцінка метеорологічного потенціалу атмосфери міста Полтави та її здатності до розсіювання домішок.

Основним завданням роботи є проведення оцінки сучасного рівня забруднення атмосферного повітря міста та виявлення його залежності від впливу різних метеорологічних факторів та прогнозованої фахівцями зміни клімату, зокрема, його потепління [1, 2].

Об'єктом дослідження є вплив кліматичних факторів на рівень забруднення атмосферного повітря міста Полтави.

Предметом дослідження є метеорологічний потенціал атмосфери міста Полтави.

де у свою чергу, $t_{\text{ср.тепл.}}$ – середньомісячні температури теплого періоду року, $^{\circ}\text{C}$ (за умови $t_{\text{ср.тепл.}} \geq +10^{\circ}\text{C}$), $t_{\text{ср.холод.}}$ – середньомісячні температури холодного періоду року, $^{\circ}\text{C}$;

K_v – коефіцієнт вітрового режиму, що визначається як

$$K_v = P_{>6} / P_{0-1}, \quad (3)$$

де у свою чергу, $P_{>6}$ – річна повторюваність днів зі швидкостями вітру понад 6 м/с, P_{0-1} – річна повторюваність днів зі швидкостями вітру 0-1 м/с;

$K_{\text{опад}}$ – коефіцієнт опадів, що визначається як

$$\sum O_{\text{річ.}} / 400, \quad (4)$$

де у свою чергу, $\sum O_{\text{річ.}}$ – річна сума опадів, мм, 400 – річна норма кількості опадів, необхідна для очищення атмосферного повітря, мм.

Результати досліджень

Використовуючи сформовану базу кліматичних параметрів для міста Полтави [4], проведено розрахунки величини удо-сконаленого метеорологічного потенціалу атмосфери (УМПА) та його складових за період 2007-2014 роки (табл. 1). На основі методу визначення середньоквадратичного відхилення величини УМПА ($\sigma = 22$), проведено зонування метеорологічних умов атмосфери м. Полтави за ступенем їх сприятливості процесам розсіювання домішок (табл. 2).

За результатами зонування виявлено, що сприятливі та ефективні умови в атмосфері м. Полтави для розсіювання домішок

(найбільші значення показника УМПА), безпосередньо залежать від рівня теплозабезпечення території міста (тобто від суттєвого переважання суми температур теплового періоду над холодним), а також від особливостей вітрового режиму міста, а саме, від збільшення кількості днів зі швидкістю вітрів понад 6,0 м/с.

Для перевірки об'єктивності визначеного показника УМПА здійснено кореляційний аналіз зв'язку величин УМПА й середньорічних концентрацій забруднюючих речовин в атмосфері м. Полтави для періоду 2007-2014рр. Результати кореляційного аналізу зведено у таблицю 3.

Таблиця 1

Зведена таблиця результатів розрахунку УМПА для умов м. Полтави

Роки	Складові значення УМПА				УМПА
	T	Kt	Kv	Kop	
2007	+11,7	6,4	4	1,6	12
2008	+11,7	6,7	0,7	1,3	8,7
2009	+10,8	10,4	1,5	1,7	13,6
2010	+10,9	22,7	4	1,6	28,3
2011	+10,1	59,5	1,8	1,5	62,8
2012	+11,3	44	25	1,6	70,6
2013	+10,1	15,9	5,5	1,4	22,8
2014	+9,1	29,3	12	1,6	42,9
Середнє значення УМПА					32,7

Таблиця 2

Зонування за результатам розрахунку УМПА для умов м. Полтави

Зона	УМПА
I - дуже небезпечні умови для розсіювання	до 10,7
II - небезпечні умови для розсіювання домішок	10,7 – 32,7
III – сприятливі умови для розсіювання завдяки одному чи декільком метеофакторам	32,7 – 54,7
IV – ефективні умови для розсіювання завдяки декільком або усім діючим метеофакторам	понад 54,7

Таблиця 3

Результати кореляційного аналізу зв'язку УМПА та його складових із середньорічними концентраціями ($C_{річ}$) забруднюючих речовин в атмосфері м. Полтави за період досліджень 2007-2014рр.

Коефіцієнт кореляції, r	Забруднюючі речовини						
	Пил	Діоксид сірки	Оксид вуглецю	Діоксид азоту	Оксид азоту	Формальдегід	Аміак
між УМПА і $C_{річ}$	0,12	-0,71	-0,89	0,81	0,84	0,78	0,43
між Kt і $C_{річ}$	0,12	-0,65	-0,89	0,77	0,78	0,78	-0,07
між Kv і $C_{річ}$	0,06	-0,55	-0,50	0,56	0,67	0,43	-0,05
між Kop і $C_{річ}$	0,42	0,03	-0,06	0,25	0,17	0,084	0,26

Критерії значущості кореляції

Значущість кореляції	Негативна	Позитивна
Відсутня	-0.09 до 0.0	0.0 до 0.09
Низька	-0.29 до -0.1	0.1 до 0.29
Середня	-0.49 до -0.3	0.3 до 0.49
Висока	-1.0 до -0.5	0.5 до 1.0

Результати кореляційного аналізу свідчать про:

1) переважно тісний зв'язок розрахованих величин УМПА й середньорічних концентрацій забруднюючих речовин, що доводить об'єктивність визначеного показника УМПА та можливість його використання при аналізі умов розсіювання домішок в атмосфері м. Полтави й прогнозування рівня її забруднення;

2) найбільшу впливовість на процеси розсіювання домішок температурного фактору, що виражається в двох аспектах: у збільшенні протяжності теплового періоду з середньомісячними температурами $+10^{\circ}\text{C}$ і вище; у сталому підвищенні за останні 10 років середньомісячних температур повітря у теплий період понад статистичних норм;

3) впливовість вітрового режиму міста на процеси розсіювання домішок, особливо фактору підвищення рухомості повітря понад 6 м/с, але даний кліматичний фактор є допоміжним, підсилюючим температурний фактор;

4) достатньо тісний зв'язок коефіцієнта теплозабезпечення з концентраціями діоксиду сірки та оксиду вуглецю, але з від'ємним коефіцієнтом кореляції, що по-

яснюється переважною причиною знаходження цих речовин в атмосферу в результаті роботи різних теплогенеруючих установок в опалювальний холодний період, тобто чим менший холодний період, тим менший масовий внесок цих речовин в атмосферу, а значить менше їх вміст у повітрі міста;

5) високий кореляційний зв'язок коефіцієнта теплозабезпечення з концентраціями окислів азоту та формальдегіду, які переважно надходять в атмосферу міста з вихлопними газами автомобілів, що, з одного боку, пояснюється зростанням автотранспортного навантаження на місто у теплий період, а з іншого, наводить на висновки про зменшення властивості атмосфери щодо самоочищення при збільшенні температур повітря, тобто в результаті потепління клімату міста.

Останній пункт одержаних результатів потребує проведення подальших більш глибоких досліджень із застосуванням бази кліматичних даних м. Полтави для більш широкого часового періоду, а також врахування й оцінювання впливовості такого фактору як інверсійний стан атмосфери, особливо у теплий період.

Висновки

Проведений аналіз впливу кліматичних факторів на умови забруднення атмосфери м. Полтави найбільш поширеними забруднюючими речовинами за період 2007–2014 роки дав можливість зробити наступні висновки:

– найменш ефективно проходять процеси самоочищення атмосфери міста від пилових часток, лише фактор зволоження й виведення пилу з атмосфери з опадами підсилює ефект самоочищення, але впливовість даного фактору нижче середньої ($r = 0,42$). Підтвердженням цього є дані лабораторії Полтавського обласного центру з гідрометеорології щодо спостережень систематичного підвищеного рівня вмісту пилу в атмосфер-

ному повітрі міста Полтави протягом літніх місяців [2];

– процеси розсіювання в атмосфері діоксиду сірки та оксиду вуглецю характеризуються достатньо впливовим зв'язком із кліматичними факторами: при підвищенні температур повітря та зростанні рухомості повітря в місті концентрації даних речовин знижуються;

– на розсіювання сполук азоту та формальдегіду в атмосфері значно впливають температурний фактор та вітровий режим міста: із збільшенням температури повітря концентрація цих речовин зростає особливо при середньомісячних температурах вище $+15^{\circ}\text{C}$ – $+20^{\circ}\text{C}$, тобто потепління клімату

призводить до збільшення забруднення атмосфери цими сполуками. Таким чином, для специфіки клімату м. Полтави не підтверджується досліджена для умов клімату великих територій (Західного Сибіру) [3] закономірність підвищення хімічної активності атмосфери внаслідок потепління клімату. Навпаки самопідтримуюча циркуляція над містом й температурний ефект «острову тепла» призводять до зростання потенціалу забруднення атмосфери міста;

– потребує подальших детальних досліджень питання впливу кліматичних факторів на «поведінку» аміаку, так як при різкому підвищенні температури вище +20°C з'являється тенденція на суттєве підвищення концентрації аміаку в атмосфері, майже вдвічі, що говорить про ризик підвищення забруднення аміаком при подальшому потеплінні клімату.

Література

1. Оцінка вразливості до зміни клімату: Україна / Автор.колектив: О.Шевченко, О. Власюк, І. Ставчук, М. Ваколюк, О. Ілляш, А. Рожкова / Кліматичний форум східного партнерства (КФСП) та Робоча група громадських організацій зі зміни клімату (РГ НУО ЗК), 2014. 74с.
2. Довкілля Полтавщини. Монографія / За заг.ред. Голіка Ю.С., Ілляш О.Е. – Полтава: Копі-центр, 2014. 256с.

3. Отчет о научно-исследовательской работе по теме «Разработать усовершенствованный комплексный метеорологический показатель рассеивающей способности атмосферы (на примере территории Западной Сибири) / Науч.руководитель Т.С. Селегей, Новосибирск, 2014. 132с.

4. База кліматичних даних URL: <http://www.meteo.gov.ua>

Надійшла до редколегії 20.03.2017