

## ЕКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕОСИСТЕМ

УДК 504.3

**Л. М. ПОЛЕТАСВА**, канд. геогр. наук, доц.  
Одеський державний екологічний університет  
ул. Львівська, 15 м.Одеса, 65016  
[l.poletayeva@mail.ru](mailto:l.poletayeva@mail.ru)

### ПРОГНОЗ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯНОГО БАСЕЙНУ КИЄВА

Доведена ефективність використання прогнозу метеорологічних умов забруднення повітря в м. Києві у вересні-грудні 2015 р. в період тривалого забруднення атмосфери, пов'язаного з горінням торф'яників. Для прогноза МУЗ оцінені три предиктора, що входять до прогностичної схеми: тип синоптичної ситуації, товщина шару перемішування, а також середня швидкість вітру в шарі перемішування за вересень-грудень 2015 р. Виправданість прогнозу метеорологічних умов забруднення склала 77%, що свідчить про ефективність використання даної прогностичної схеми.

**Ключові слова:** забруднення атмосфери, прогноз МУЗ, несприятливі метеорологічні умови

**Poletayeva L. N.**

*Odessa State Environmental University*

### METEOROLOGICAL CONDITIONS FORECASTING OF AIR POLLUTION IN THE KIEV CITY

The event of peatbog burning during September-December 2015 at the Kiev vicinity is considered. The benefit of meteorological conditions forecasting for air pollution in the Kiev city is shown. Three predictor estimated forecast for weather conditions pollution, which are included in the predictive scheme: type of weather pattern, the thickness of the mixed layer, the average wind speed in the mixing layer in September-December 2015 p. Justification pollution forecasting weather conditions was 77%, indicating that the predictive efficiency of the proposed scheme.

**Keywords:** air pollution, WCP forecast, adverse weather conditions

**Полетаева Л. Н.**

*Одесский государственный экологический университет*

### ПРОГНОЗ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОГО БАСЕЙНА КИЕВА

Доказана ефективність використання прогноза метеорологічних умов забруднення повітря в г. Києві в вересні-грудні 2015 г., в період тривалого забруднення атмосфери, пов'язаного з горінням торф'яників. Для прогноза МУЗ оцінено три предиктора, які входять в прогностичну схему: тип синоптичної ситуації, товщина шару перемішування, середня швидкість вітру в шарі перемішування в вересні-грудні 2015 р. Оправданість прогнозу метеорологічних умов забруднення склала 77%, що вказує на ефективність використання запропонованої прогностичної схеми.

**Ключевые слова:** забруднення атмосфери, прогноз МУЗ, несприятливі метеорологічні умови

### Вступ

Атмосферне повітря великих міст відчуває інтенсивний антропогенний вплив в результаті викидів забруднюючих речовин з різноманітних джерел та інших негативних факторів. У процесі розвитку виробничої сфери, зростання транспортного навантаження та інших чинників забруднення атмосфери (ЗА) часто перевищує санітарно-

гігієнічні нормативи якості повітря. Тому прогноз ЗА у великих містах є пріоритетним завданням сучасності.

Накопичення шкідливих домішок в приземному шарі повітря багато в чому залежить від метеорологічних факторів, головним чином від стійкості стратифікації температури повітря і горизонтального перенесення.

При застійних явищах в атмосфері різко ослаблене перемішування забрудненого повітря і практично відсутній горизонтальний перенос. Тривале збереження слабких вітрів над великою територією сприяє накопиченню тут шкідливих домішок, що викидаються промисловими підприємствами і автотранспортом.

Залежно від рівня розвитку промисловості міста, його фізико-географічного положення та особливостей рельєфу метеорологічні умови можуть надавати неоднаковий вплив на забруднення повітря. У період складних умов погоди рівень забруд-

нення атмосфери може підвищуватися в декілька разів [1].

Метою даного дослідження є оцінка ефективності використання прогнозу метеорологічних умов забруднення повітря в м. Києві у вересні-грудні 2015 р. в період тривалого забруднення атмосфери, пов'язаного з горінням торф'яників в осінні місяці 2015 р. В цей період прогноз метеорологічних умов накопичення домішок у повітрі був дуже важливим для здоров'я населення міста. В якості прогностичної схеми взято синоптико-статистичний метод метеорологічних умов забруднення (МУЗ).

### Фактичний матеріал і методика дослідження

Методи прогнозування забруднення повітря по місту в цілому засновані на результатах аналізу впливу метеорологічних і синоптичних умов на концентрації домішок.

Вивчення метеорологічних умов забруднення повітря є основою для його прогнозування, оскільки завдання полягає в тому, щоб передбачати і запобігати високим рівням концентрацій, що створюються при несприятливих метеорологічних умовах (НМУ) [1].

Прогноз МУЗ дозволяє оцінити підготовленість стану атмосфери до процесу накопичення або розсіювання шкідливих домішок [2]. Метеорологічні умови забруднення подають у вигляді комплексного показника:

$$\text{МУЗ} = \text{Ц} + \text{H}_{\text{ТД}} + \bar{C}_{\text{пер}}, \quad (1)$$

де Ц – циркуляційний фактор у вигляді типу синоптичної ситуації; визначається за прогностичними (фактичними) приземними синоптичними картами;

$\text{H}_{\text{ТД}}$  – товщина шару перемішування, обумовлена термічною і динамічною турбулентністю, визначається за прогностичними (фактичними) кривими стратифікації температури;

$\bar{C}_{\text{пер}}$  – середня швидкість вітру в шарі  $\text{H}_{\text{ТД}}$ ; визначається за прогностичними (фактичними) картами  $\text{AT}_{925}$  і  $\text{AT}_{850}$ , і приземними картами погоди. При висоті шару перемішування  $\text{H}_{\text{ТД}} = 0$  (приземна інверсія температури) замість  $\bar{C}_{\text{пер}}$  беруть  $C_0$  – швидкість вітру біля поверхні Землі; визначається по прогностичній або фактичній карті поля приземного тиску.

Якщо у прогностичній схемі МУЗ метеорологічним предикторам умовно ставити дискретні значення від 3 до 10, тоді МУЗ буде змінюватися від 9 (метеоумови накопичення шкідливих домішок в атмосфері) до 30 (метеоумови розсіювання домішок). Числовий вираз комплексного показника МУЗ служить основою для відповідної термінології прогнозу в формулюванні, зрозумілому споживачам (табл.1) [2]. В реальних

Таблиця 1

Термінологія прогнозів за комплексним показником МУЗ [2]

Термінологія прогнозів	Умови, за яких надається формулювання прогнозу
Очікуються метеоумови високого забруднення – МУВЗ	На строк прогнозу і в попередні 12 та 24 годин одержані значення МУЗ: на ніч 9-13; на день 9-16.
Очікуються метеоумови накопичення шкідливих домішок (короточасні МУВЗ) – МУВЗ <sub>кр</sub>	На строк прогнозу і в попередні 12 годин одержані значення МУЗ: на ніч 9-13; на день 9-16.
Метеоумови високого забруднення не очікуються – МУВЗ <sub>н/о</sub>	На строк прогнозу одержані МУЗ: для ночі (дня) дорівнюють та більші 14 (17)

умовах попередження споживачам прогностичної інформації передають тільки в разі очікування метеоумов високого забруднення – МУВЗ. Задача підготовки прогнозу МУЗ пов'язана з обробкою метеорологічної і аерологічної інформації. Для даного дослідження були використані метеорологічні дані радіозондування за вересень-грудень 2015 р., аерологічні діаграми з кривими температурної стратифікації атмосфери на метеорологічній станції Київ у строк 00 год.

### **Результати дослідження**

Добірка предикторів, які впливають на ЗА у Києві, за вересень-грудень 2015 р. дозволила скласти щоденні прогнози МУЗ. У табл.2 приведені значення числових характеристик МУЗ та термінологія прогнозу забруднення атмосфери у м. Києві за весь розглянутий період.

З табл.2 видно, що погодні умови у вересні 2015 р. в Києві були аномальними з точки зору накопичення забруднювальних речовин в атмосферному повітрі. Тільки 8 днів за місяць метеоумови можна характеризувати як сприяючі розсіюванню домішок (МУВЗ<sub>н/о</sub>). В інші 22 доби синоптична ситуація, швидкість вітру та інверсійний розподіл температури приводили до накопичення домішок. Особливо затяжні періоди накопичення домішок в атмосфері були 1-3, 8-12, 14-21, 23-28 вересня. Погодні умови 18 днів жовтня можна характеризувати як несприятливі. В листопаді – 13, а в грудні – 10 днів з прогнозом МУВЗ або МУВЗ<sub>кр</sub>.

Активний цикло- і антициклогенез, зміна повітряних мас, часте стрімке проходження атмосферних фронтів, посилення швидкості вітру, опади та зниження температур призвели до очищення атмосферного басейну Києва тільки у другій частині листопада-грудні 2015 р.

Для перевірки ефективності використання прогнозу МУЗ необхідно провести випробування можливостей даної прогностичної схеми на фактичному матеріалі. Дані про фактичний рівень забруднення у м. Києві за період вересень – грудень 2015р. взяті з офіційного сайту головного управління державної санітарно-епідеміологічної служби у м. Києві (СЕС) [5]. Також використані дані постів спостереження Центральної

за вересень-грудень 2015 р., приземні карти погоди європейської частини за строк 00 год. (вересень-грудень 2015 р.). Вся метеорологічна та аерологічна інформація по м. Києву отримана з архіву сайту Вайомінзького університету ( Ларамі, Вайоминг, США) [3]. Для визначення циркуляційного чинника був використаний архів приземних синоптичних карт Deutscher Wetterdiest. 2015 [4].

геофізичної обсерваторії по місту Києву (ЦГО) [6].

За повідомленням Державної служби надзвичайних ситуацій України, на кінець серпня 2015 р. на території Київської області було зареєстровано 53 торф'яних пожежі на загальній площі 44,6 га, а на 19.10.2015р. горінням охоплено 122 га. Причиною задилення в Києві та Київській області було тління торфовищ в районі міст Буча, Ірпінь, Вишгород Київської області [7].

Ситуація з забрудненням повітря у м. Києві складалася поступово по мірі тління торф'яників. За результатами контролю атмосферного повітря ЦГО, рівні забруднення приземного шару повітря у м. Києві станом на 13 год. 21.07.2015р. перевищували ГДК діоксиду азоту в 3,0 – 4,7 рази [6].

За даними СЕС в м.Києві, станом на 17:45 2 вересня отримані результати перевищення по SO<sub>2</sub> в 10 разів (вул. Сабурова, вул. Закревського), в 18 разів (Броварське шосе), по NO<sub>2</sub> перевищення в 2 рази (Броварське шосе). У зв'язку з надзвичайною ситуацією в СЕС рекомендували міській владі «негайно сповістити населення і посилити заходи по зниженню кількості шкідливих речовин в приземному шарі атмосфери» [5]. Задимлення атмосфери міста періодично продовжувалося до середини листопада.

З'ясував стан забруднення атмосфери м. Києва у вересні – грудні 2015р., який був дуже складним через горіння торф'яників, можна порівняти наші прогностичні дані з фактичними, але дуже розрізненими матеріалами ЗА у місті. Доступу до архіву даних моніторингу атмосфери Києва у цей період не було.

Таблиця 2

Значення критерію МУЗ та термінологія прогнозу ЗА у м. Києві  
Вересень - грудень 2015р.

Дата	Вересень		Жовтень		Листопад		Грудень	
	МУЗ	Прогноз	МУЗ	Прогноз	МУЗ	Прогноз	МУЗ	Прогноз
01	12	МУВЗ <sub>кр</sub>	20	МУВЗ <sub>н/о</sub>	11	МУВЗ	23	МУВЗ <sub>н/о</sub>
02	12	МУВЗ	-	-	14	МУВЗ <sub>н/о</sub>	29	МУВЗ <sub>н/о</sub>
03	12	МУВЗ	10	МУВЗ <sub>кр</sub>	24	МУВЗ <sub>н/о</sub>	26	МУВЗ <sub>н/о</sub>
04	23	МУВЗ <sub>н/о</sub>	10	МУВЗ	10	МУВЗ <sub>кр</sub>	16	МУВЗ <sub>н/о</sub>
05	23	МУВЗ <sub>н/о</sub>	9	МУВЗ	10	МУВЗ	26	МУВЗ <sub>н/о</sub>
06	15	МУВЗ <sub>н/о</sub>	9	МУВЗ	19	МУВЗ	16	МУВЗ <sub>н/о</sub>
07	18	МУВЗ <sub>н/о</sub>	24	МУВЗ <sub>н/о</sub>	10	МУВЗ	17	МУВЗ <sub>н/о</sub>
08	13	МУВЗ <sub>кр</sub>	-	-	10	МУВЗ	30	МУВЗ <sub>н/о</sub>
09	10	МУВЗ	9	МУВЗ <sub>кр</sub>	29	МУВЗ <sub>н/о</sub>	14	МУВЗ <sub>н/о</sub>
10	10	МУВЗ	9	МУВЗ	13	МУВЗ	21	МУВЗ <sub>н/о</sub>
11	9	МУВЗ	10	МУВЗ	12	МУВЗ	28	МУВЗ <sub>н/о</sub>
12	9	МУВЗ	23	МУВЗ <sub>н/о</sub>	25	МУВЗ <sub>н/о</sub>	13	МУВЗ <sub>кр</sub>
13	16	МУВЗ <sub>н/о</sub>	9	МУВЗ <sub>кр</sub>	30	МУВЗ <sub>н/о</sub>	26	МУВЗ <sub>н/о</sub>
14	11	МУВЗ <sub>кр</sub>	9	МУВЗ	23	МУВЗ <sub>н/о</sub>	29	МУВЗ <sub>н/о</sub>
15	10	МУВЗ	10	МУВЗ	24	МУВЗ <sub>н/о</sub>	13	МУВЗ <sub>кр</sub>
16	10	МУВЗ	10	МУВЗ	10	МУВЗ <sub>кр</sub>	11	МУВЗ
17	9	МУВЗ	9	МУВЗ	21	МУВЗ <sub>н/о</sub>	11	МУВЗ
18	11	МУВЗ	-	-	29	МУВЗ <sub>н/о</sub>	10	МУВЗ
19	10	МУВЗ	-	-	30	МУВЗ <sub>н/о</sub>	11	МУВЗ
20	10	МУВЗ	16	МУВЗ <sub>кр</sub>	30	МУВЗ <sub>н/о</sub>	13	МУВЗ
21	9	МУВЗ	29	МУВЗ <sub>н/о</sub>	28	МУВЗ <sub>н/о</sub>	14	МУВЗ <sub>н/о</sub>
22	23	МУВЗ <sub>н/о</sub>	18	МУВЗ <sub>н/о</sub>	27	МУВЗ <sub>н/о</sub>	23	МУВЗ <sub>н/о</sub>
23	12	МУВЗ <sub>кр</sub>	28	МУВЗ <sub>н/о</sub>	28	МУВЗ <sub>н/о</sub>	30	МУВЗ <sub>н/о</sub>
24	11	МУВЗ	29	МУВЗ <sub>н/о</sub>	13	МУВЗ <sub>кр</sub>	29	МУВЗ <sub>н/о</sub>
25	10	МУВЗ	24	МУВЗ <sub>н/о</sub>	18	МУВЗ <sub>н/о</sub>	13	МУВЗ <sub>кр</sub>
26	9	МУВЗ	10	МУВЗ <sub>кр</sub>	13	МУВЗ	12	МУВЗ
27	10	МУВЗ	30	МУВЗ <sub>н/о</sub>	12	МУВЗ	30	МУВЗ <sub>н/о</sub>
28	13	МУВЗ	11	МУВЗ <sub>кр</sub>	11	МУВЗ <sub>кр</sub>	19	МУВЗ <sub>н/о</sub>
29	15	МУВЗ <sub>н/о</sub>	9	МУВЗ	19	МУВЗ <sub>н/о</sub>	17	МУВЗ <sub>н/о</sub>
30	30	МУВЗ <sub>н/о</sub>	18	МУВЗ <sub>н/о</sub>	29	МУВЗ <sub>н/о</sub>	17	МУВЗ <sub>н/о</sub>
31			10	МУВЗ <sub>кр</sub>			22	МУВЗ <sub>н/о</sub>

Всього за розглянутий період складено 118 прогнозів. З них підтверджені фактичними даними ЗА – 43. Прогнози виправдалися у 33 випадках.

Таким чином, справджуваність прогнозу МУЗ склала 77%, що свідчить про ефективність даної прогностичної схеми.

**Висновки**

Для прогнозу забруднення атмосфери у м. Києві запропоновано використання прогностичної схеми МУЗ. Вибір періоду підготовки прогнозів (у вересень-грудень 2015 р.) співпадає з тривалим забрудненням атмосфери міста, яке було пов'язано з горінням торф'яників навколо Києва.

Для прогноза МУЗ оцінені три предиктора, що входять до прогностичної схеми: тип синоптичної ситуації, товщина шару перемішування, а також середня швидкість вітру в шарі перемішування за вересень-

грудень 2015 р.

У досліджуваний період в Києві спостерігались тривалі періоди НМУ (антициклонічний тип погоди, приземні інверсії, слабка швидкість вітру, теплі повітряні маси), що привело до високих рівнів ЗА.

Вибір прогностичного методу МУЗ виправдав себе. Складено 118 прогнозів. Виправданість прогнозу МУЗ склала 77%, що свідчить про ефективність використання даної прогностичної схеми.

*Література*

1. Сонькин Л. Р. Синоптико-статистический анализ и краткосрочный прогноз загрязнения атмосферы. - Л.: Гидрометеоиздат, 1991.– 223 с.

2. Специализированные прогнозы погоды. Учебное пособие. – Л., ЛГМИ, 1991. – 112 с.

3. University of Wyoming. College of Engineering. Department of Atmospheric Science [Електрон. ресурс]:

<http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>

4. Deutscher Wetterdiest. 2015. [Електрон. ресурс]:

[http://www1.wetter3.de/Archiv/archiv\\_dwd.html](http://www1.wetter3.de/Archiv/archiv_dwd.html)

5. Головне управління Держсанепідслужби у м. Києві [Електрон. ресурс]: <http://ses.gov.ua>.

6. Центральна геофізична обсерваторія [Електрон. ресурс]: <http://www.cgo.kiev.ua>

7. Головне управління ДСНС України в Київській області [Електрон. ресурс]: <http://www.kyivobl.mns.gov.ua/news/6064.html>

Надійшла до редколегії 19.05.2016