

ПРОГНОЗ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСТА КИЇВ

Вступ. Забруднення атмосферного повітря є одним із провідних елементів оцінки якості середовища проживання людини, що спричиняє шкідливий вплив на її здоров'я. Об'єктом дослідження є стан атмосферного повітря міста Київ. Метою даної роботи являється показати ефективність використання прогнозу метеорологічних умов забруднення повітря м. Київ з ціллю запобігання аномально високих рівнів забруднення повітряного басейну. В якості прогностичної схеми взято синоптико-статистичний метод метеорологічних умов забруднення (МУЗ). Наукова робота базується на використанні цього методу та з'ясуванні ефективності прогностичної схеми, яка може бути використана на сучасному матеріалі.

Матеріали та методи досліджень. Методика прогнозу метеорологічних умов забруднення (МУЗ) розроблена в Гідрометцентрі СРСР в 80-ті роки двадцятого століття і базується на використанні фактичного і прогностичного аеросиноптичного матеріалу, який є у синоптика на момент складання прогнозів погоди загального користування. Вона дозволяє оцінити підготовленість стану атмосфери до процесу накопичення або розсіювання шкідливих домішок. Обов'язковою умовою в роботі за цією методикою є використання фактичної і прогностичної карт АТ925 (приблизно 750 м над поверхнею Землі) [1].

Метеорологічні умови забруднення в першому наближенні 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 картами [2].

$\text{H}_{\text{тд}}$ - товщина шару перемішування, обумовлена термічною і динамічною турбулентністю, визначається за прогностичними (фактичними) кривими стратифікації температури [3].

$\bar{C}_{\text{пер}}$ - середня швидкість вітру в шарі $\text{H}_{\text{тд}}$; визначається за прогностичними (фактичними) картами АТ925 і АТ850, і приземних картах погоди [3].

При висоті шару перемішування $\text{H}_{\text{тд}} = 0$ (приземна інверсія):

$$\text{МУЗ} = \text{Ц} + \text{H}_{\text{тд}} + \text{C}_0, \quad (2)$$

де C_0 - швидкість вітру біля поверхні Землі при $\text{H}_{\text{тд}} = 0$; визначається по прогностичній або фактичній карті поля приземного тиску.

Кількість предикторів у (1), може бути і більше (4 чи 5) [4].

Числовий вираз комплексного показника МУЗ служить основою для відповідної термінології прогнозу в формулюванні, зрозумілому споживачам (табл. 1). В реальних умовах попередження передають тільки в разі очікуваних метеоумов високого забруднення - МУВЗ.

При оцінці прогнозів МУЗ використовується три градації справджуваності: 100%, 50% і 0%. Попередження випадків метеоумов високого забруднення розраховується за цією ж таблицею, але з урахуванням фактично спостережених випадків МУВЗ [1].

Для оцінки прогнозів використовується діагностичний аеросиноптичний матеріал, за яким з використанням формул (1-2) також визначається комплексний показник МУЗ. Цей показник порівнюється потім з прогностичним його значенням.

Таблиця 1 - Термінологія прогнозів за комплексним показником МУЗ без урахування вагових коефіцієнтів окремих предикторів [4]

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

Таблиця 2 - Оцінка справджуваності прогнозів МУЗ

Текст прогнозу	Справджуваність (%) прогнозів МУЗ		
	100	50	0
1. Очікуються метеоумови високого забруднення	МУВЗ	МУВЗ _{кр}	МУВЗ не було
2. Очікуються метеоумови накопичення шкідливих домішок (короткочасні МУВЗ)	МУВЗ _{кр}	МУВЗ	МУВЗ не було
3. Метеоумови високого забруднення не очікуються	МУВЗ не було	МУВЗ _{кр}	МУВЗ

Порядок взаємодії Гідрометцентрів з облдержадміністраціями визначається Положенням, затвердженим обома сторонами.

Гідрометцентр на основі методики прогнозу МУЗ оцінює підготовленість атмосфери до накопичення або розсіювання шкідливих домішок і робить висновок про небезпеку метеорологічних умов, які разом з необхідними метеорологічними параметрами передається до облдержадміністрації.

В облдержадміністрації на підставі висновку гідрометцентру і прогностичних схем, розроблених за іншими методиками для міста, а також даних про фактичне забруднення атмосфери, прогнозуються рівні забруднення атмосфери (ЗА) по місту в цілому і від окремих джерел.

У разі якщо фонове ЗА близько до критичних значень і очікуються метеоумови високого забруднення, на підприємства передаються попередження з метою прийняття заходів щодо скорочення викидів шкідливих домішок. Моніторингова служба в ці періоди здійснює контроль за проведенням підприємствами необхідних заходів.

Результати розрахунків та їх аналіз. Складання прогнозу МУЗ пов'язано з обробкою метеорологічної і аерологічної інформації. Для цього нами були використані метеорологічні дані радіозондування за вересень-листопад 2016 р., аерологічні діаграми з кривими температурної стратифікації атмосфери на метеорологічній станції Київ у строк 00 год. за вересень-листопад 2016 р., приземні карти погоди європейської частини за строк 00 год. за відповідний період. 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. 2016 [2].

Таблиця 3 - Результати порівняння прогнозу МУЗ з фактичним забрудненням атмосфери м. Києва у вересні-жовтні 2016 р. (складено автором)

Дата	Прогноз	Фактичне ЗА
26.09.2016	МУВЗ _{кр}	+ ⊖
27.09.2016	МУВЗ	+ ⊖
28.09.2016	МУВЗ	+ ⊖
29.09.2016	МУВЗ	+ ⊖
30.09.2016	МУВЗ	+ ⊖
01.10.2016	МУВЗ	+ ⊖
02.10.2016	МУВЗ	дані відсутні
03.10.2016	МУВЗ	+ ⊖
04.10.2016	МУВЗ	+ ⊖
05.10.2016	МУВЗ _{н/о}	+
06.10.2016	МУВЗ _{кр}	+ ⊖
07.10.2016	МУВЗ	+ ⊖
08.10.2016	МУВЗ	+ ⊖
09.10.2016	МУВЗ _{н/о}	дані відсутні
10.10.2016	МУВЗ _{н/о}	+
11.10.2016	МУВЗ _{н/о}	+
12.10.2016	МУВЗ _{кр}	+ ⊖
13.10.2016	МУВЗ _{н/о}	+
14.10.2016	МУВЗ _{кр}	дані відсутні
15.10.2016	МУВЗ _{кр}	+ ⊖
16.10.2016	МУВЗ _{н/о}	+
17.10.2016	МУВЗ _{кр}	+ ⊖
18.10.2016	МУВЗ	+ ⊖
19.10.2016	МУВЗ	+ ⊖
20.10.2016	МУВЗ	+ ⊖
21.10.2016	МУВЗ	+ ⊖
22.10.2016	МУВЗ	+ ⊖
23.10.2016	МУВЗ	дані відсутні
24.10.2016	МУВЗ	+ ⊖
25.10.2016	МУВЗ	+ ⊖
26.10.2016	МУВЗ	+ ⊖
27.10.2016	МУВЗ	+ ⊖
28.10.2016	МУВЗ	+ ⊖
29.10.2016	МУВЗ	+ ⊖
30.10.2016	МУВЗ	дані відсутні
31.10.2016	МУВЗ	+ ⊖

Таблиця 4 - Результати порівняння прогнозу МУЗ з фактичним забрудненням атмосфери м. Києва у листопаді 2016 р. (складено автором)

Дата	Прогноз	Фактичне ЗА
01.11.2016	МУВЗ _{кр}	+ ⊖
02.11.2016	МУВЗ	+ ⊖
03.11.2016	МУВЗ	+ ⊖
04.11.2016	МУВЗ _{н/о}	+
05.11.2016	МУВЗ _{н/о}	+
06.11.2016	МУВЗ	дані відсутні
07.11.2016	МУВЗ	+ ⊖
08.11.2016	МУВЗ	+ ⊖
09.11.2016	МУВЗ _{кр}	+ ⊖
10.11.2016	МУВЗ	+ ⊖
11.11.2016	МУВЗ	+ ⊖
12.11.2016	МУВЗ	+ ⊖
13.11.2016	МУВЗ _{н/о}	дані відсутні
14.11.2016	МУВЗ	+ ⊖
15.11.2016	МУВЗ	+ ⊖
16.11.2016	МУВЗ	+ ⊖
17.11.2016	МУВЗ	+ ⊖
18.11.2016	МУВЗ	+ ⊖
19.11.2016	МУВЗ	+ ⊖
20.11.2016	МУВЗ	дані відсутні
21.11.2016	МУВЗ	+ ⊖
22.11.2016	МУВЗ	+ ⊖
23.11.2016	МУВЗ	+ ⊖
24.11.2016	МУВЗ _{кр}	+ ⊖
25.11.2016	МУВЗ _{н/о}	+
26.11.2016	МУВЗ _{кр}	+ ⊖
27.11.2016	МУВЗ _{н/о}	дані відсутні
28.11.2016	МУВЗ _{н/о}	+
29.11.2016	МУВЗ _{кр}	+ ⊖
30.11.2016	МУВЗ	+ ⊖

Ефективність використання прогностичної схеми МУЗ була з'ясована нами на матеріалах кінця вересня – листопада 2016 р [5,6]. Добірка предикторів, які впливають на забруднення атмосфери у Києві, дозволила скласти щоденні прогнози МУЗ.

В таблиці 3 та 4 приведено результати порівняння прогнозу МУЗ з фактичним забрудненням атмосфери м. Києва у вересні-жовтні 2016 р. та листопаді 2016 р. Якщо у місті фактично спостерігалось перевищення концентрації над ГДК хоча б однією речовиною, то у стовпчику «Фактичне ЗА» ми ставили «+», якщо атмосфера залишалася чистою – «-». Позначка «Θ» означає співпадіння прогнозу та фактичного ЗА. Всього за розглянутий період складено 66 прогнозів. З них підтверджені фактичними даними забруднення атмосфери - 57.

Висновки. Для прогнозу забруднення атмосфери у м. Києві запропоновано використання прогностичної схеми МУЗ. Як приклад, розглянуті прогнози МУЗ за вересень-листопад 2016 р. Погодні умови у вересні-листопаді 2016 р. в Києві були аномальними з точки зору накопичення забруднювальних речовин в атмосферному повітрі. Прогноз забруднення атмосфери свідчить про ефективність використання методу МУЗ (при порівнянні прогнозу за період вересень-жовтень та листопад 2016 р.), доказом цього є справджуваність прогнозу, за вересень-жовтень 2016 р., що складає 84%, та за листопад 2016 р., що складає 85%.

Література

1. Специализированные прогнозы погоды. Учебное пособие. – Л., ЛГМИ, 1991. – 112 с.
2. Deutscher Wetterdiest. 2015. [Електрон. ресурс]: http://www1.wetter3.de/Archiv/archiv_dwd.html
3. University of Wyoming. College of Engineer-ing. Department of Atmospheric Science [Електрон. ресурс]: <http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>
4. Лаврик В.І., Боголюбов В.М., Полетаєва Л.М. та ін. Моделювання і прогнозування стану довкілля: Підручник. – К.: ВЦ «Академія», 2010. – 400 с.
5. Головне управління Держсанепідслужби у м. Києві [Електрон. ресурс]: <http://ses.gov.ua>
6. Центральна геофізична обсерваторія [Електрон. ресурс]: <http://www.cgo.kiev.ua>