

ЕКОЛОГІЯ / ЭКОЛОГИЯ

УДК 504.3.054

Олексій Бургаз
(Одеса, Україна)

ОСОБЛИВОСТІ ПРОСТОРОВО-ЧАСОВОЇ ДИНАМІКИ ПОЛІВ
ЗАГАЛЬНОГО ВМІСТУ ОЗОНУ В АТМОСФЕРІ НАД ТЕРИТОРІЄЮ УКРАЇНИ

Досліджені особливості просторової структури полів загального вмісту озону в атмосфері над територією України. На основі матриць вихідних значень загального вмісту озону побудовані матриці коваріації та кореляції. Побудовані та досліджені поля середніх значень та мінливості. Виявлена часова динаміка перелічених компонентів.

Ключові слова: загальний вміст озону, поля вмісту озону, градієнт, структура, матриці коваріації.

The features of total ozone content fields spatial structure in an atmosphere above territory of Ukraine are probed. On the basis of total ozone initial values matrices the covariance and correlation matrix were built. The fields of averages and variability were constructed and investigated. The temporal dynamics of these components was detected.

Keywords: total ozone content, ozone content field, gradient, structure.

У роботі, в якості вихідної інформації, взяті дані міжнародного проекту GEMS. Даний проект використовує дані отримані за допомогою радіометрів високого дозволу, що встановлені на метеорологічних супутниках. Вихідна супутникова інформація оброблена у моделі ре-аналізу з метою прив'язки даних до регулярної сітки точок [1]. Таким чином використовувалась строкова інформація про загальний вміст озону (ЗВО) в атмосфері за 12 годин (за Гринвічем) у регулярній сітці точок з просторовим дозволом $0,75^\circ$ широти \times $0,75^\circ$ довготи. Інформація про загальний вміст озону надається у одиницях Добсона (о.Д.). Інформація була відібрана за період з 1 січня 2003 р. по 31 грудень 2016 р. за 12 годин СГС. Таким чином ряд даних склав 5113 значень для кожного вузла сітки точок.

На основі вихідних даних, методом осереднення, отримані середньомісячні значення загального вмісту озону в атмосфері. В результаті осереднення отриманий ряд середньомісячних значень загального вмісту O_3 в атмосфері, що склав 168 членів для кожного вузла сітки точок.

В якості території дослідження взятий сектор північної півкулі між $53,25$ та $43,5^\circ$ півн. ш. та 21 і $40,25^\circ$ сх. д. Таким чином, враховуючи крок сітки точок $0,75^\circ$ широти \times $0,75^\circ$ довготи, загальна кількість точок склала 392 значення. Це дало змогу побудувати матрицю середньомісячних значень загального вмісту озону в атмосфері розміром 392×168 .

Осереднені поля O_3 представляють інтерес, так як відображають характер просторової мінливості озону з часом над територією України.

На основі матриці середньомісячних значень, отримані матриці коваріації, які, в свою чергу, дали змогу отримати матриці кореляції та середніх квадратичних відхилень. Таке розділення значно спрощує коваріаційний аналіз полів загального вмісту озону часом над територією України.

Дослідження статистичної структури полів ЗВО виконувалось за допомогою кореляційного аналізу [2].

Для одержання матриць коваріацій використовувалось матричне рівняння

$$K_X = \frac{1}{m-1} \Delta X' \Delta X, \quad (1)$$

де m – об'єм вибірки, ΔX матриця центрованих елементів, $\Delta X'$ – транспонована матриця центрованих елементів.

На головній діагоналі матриці коваріацій розташовуються дисперсії величини, що досліджується. Маючи матрицю коваріацій, можна легко сформувати діагональну матрицю середніх квадратичних відхилень, а з неї – обернену матрицю середніх квадратичних відхилень. Якщо помножити ліворуч та праворуч матрицю коваріацій на обернену матрицю середніх квадратичних відхилень, то отримаємо матрицю кореляцій:

$$R_X = \sigma^{-1} K_X \sigma^{-1}. \quad (2)$$

Для дослідження отримані поля середньомісячних значень загального вмісту озону в атмосфері, що дало змогу побудувати поля осереднених значень та середніх квадратичних відхилів (СКВ) ЗВО для кожного місяця року.

При розгляді структури полів середньомісячних значень ЗВО помітна їх значна трансформація на протязі року.

У січні (рис. 1), майже над усією територією України розміщується малоградієнтне поле ЗВО. Видно, що ізолінії утворюють зону підвищених значень вмісту озону. Від 46° північної широти і далі на південь, ізолінії мають квазіширотний напрямок, а просторові градієнти ЗВО значно зростають.

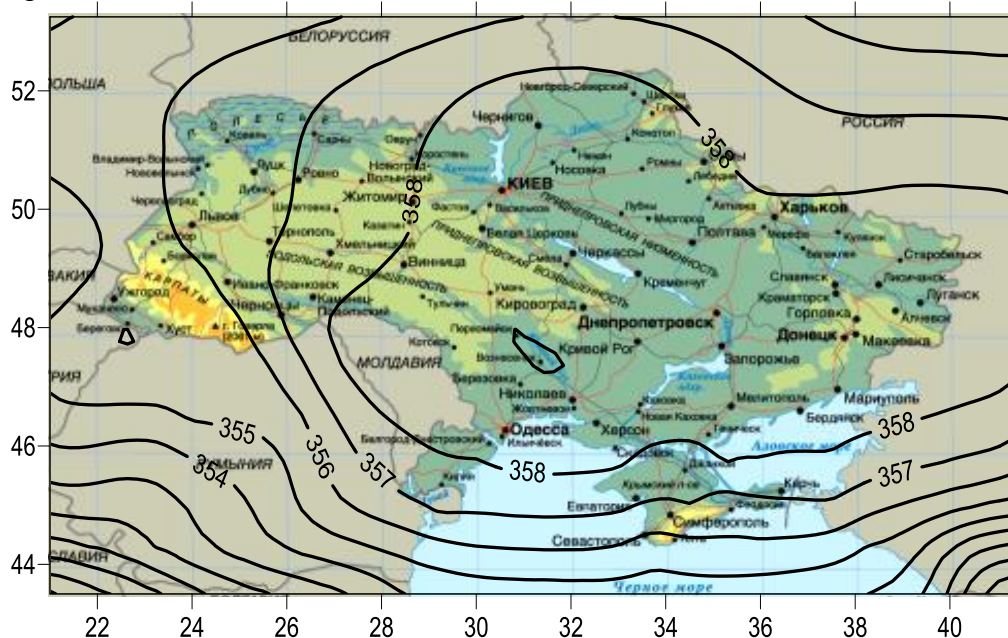


Рис. 1. Поле середніх значень загального вмісту озону (січень)

В наступні три місяці зона максимумів ЗВО зміщується на північний схід. У березні починає формуватися область знижених значень вмісту озону над Румунією, що в квітні має вже цілком чіткі межі (рис. 2).

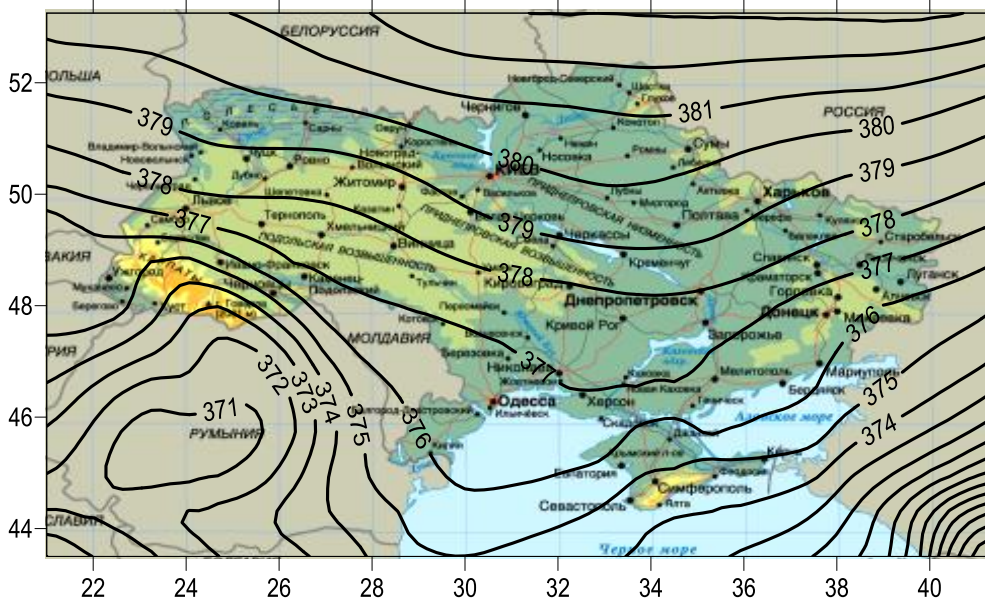


Рис. 2. Поле середніх значень загального вмісту озону (квітень)

Структура полів ЗВО, що подібна до квітневої зберігається до серпня відмітною особливістю полів озону в цей період є зона значних просторових градієнтів ЗВО в південно-східній частині сектору, що розглядається.

Необхідно зазначити, що з січня по серпень відбувається убування вмісту озону в атмосфері з півночі на південь, на тлі загального зменшення осереднених значень ЗВО в атмосфері.

У вересні відбувається кардинальна перебудова поля загального вмісту озону (рис. 3). Як видно з рисунку, над сектором дослідження ізолінії вмісту озону приймають квазіширотний характер. При цьому відбувається збільшення вмісту озону у південному напрямку. Така структура полів загального вмісту озону зберігається до листопада.

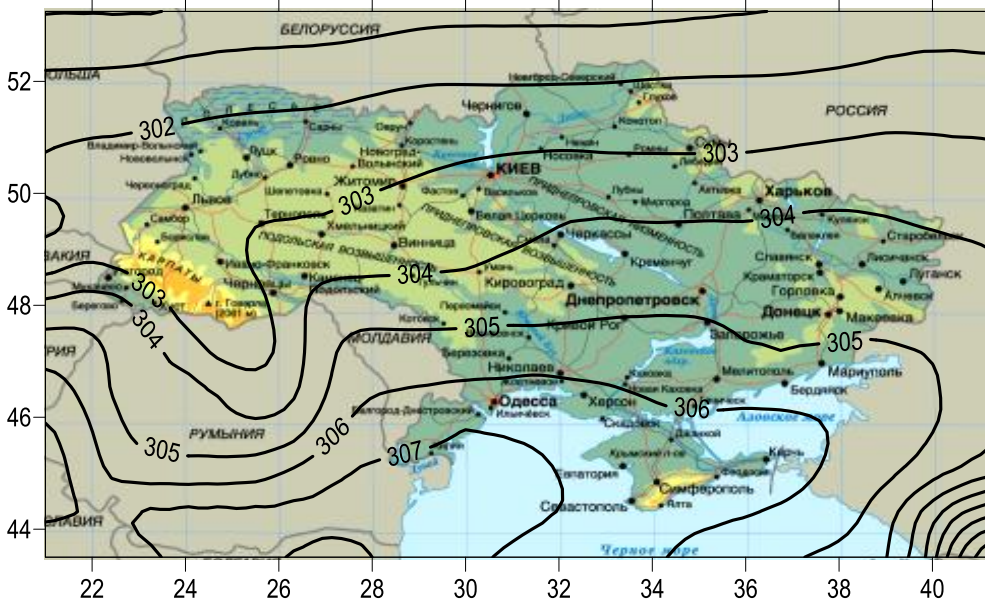


Рис. 3. Поле середніх значень загального вмісту озону (вересень)

У грудні (рис. 4) над північно-західним шельфом Чорного моря утворюється замкнута область максимальних значень ЗВО в атмосфері. Видно, що в секторі дослідження збільшення вмісту озону відбувається з північного заходу на південний схід.

Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації

Поля середніх квадратичних відхилів представляють значний інтерес, так як характеризують просторову мінливість загального вмісту озону.

Над територією України, поля середніх квадратичних відхилів ЗВО у всі місяці року мають значну схожість. Прикладом може слугувати поле СКВ у січні (рис. 5).

З рисунку видно, що ізолінії поля мінливості мають квазіширотну орієнтацію. При цьому помітно збільшення значень середніх квадратичних відхилів у північному напрямі.

Починаючи з січня відбувається загальне зменшення значень середніх квадратичних відхилів, так само, як і їх просторових градієнтів.

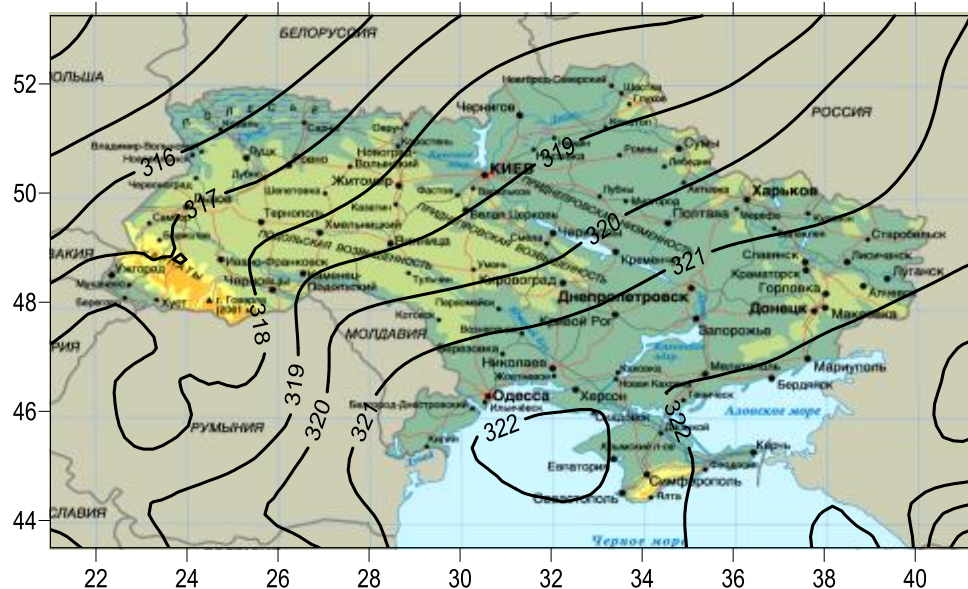


Рис. 4. Поле середніх значень загального вмісту озону (грудень)

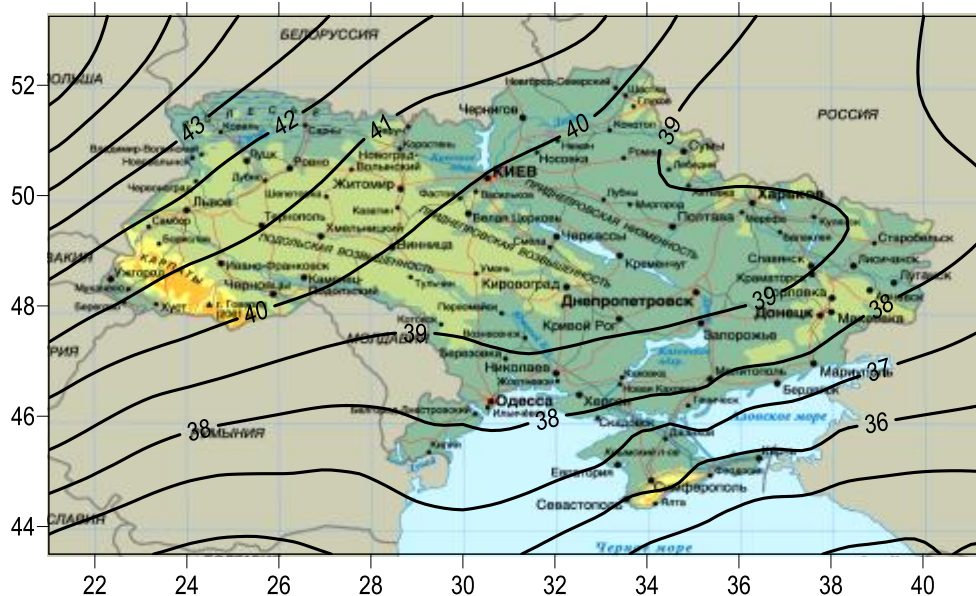


Рис. 5. Поле середніх квадратичних відхилень ЗВО (січень)

Свого мінімуму СКВ загального вмісту озону досягають у серпні (табл. 1). В цей період, просторові градієнти СКВ зменшуються вдвічі у порівнянні з січнем. З вересня по грудень відбувається зворотний хід описаного процесу.

Слід зазначити, що максимальні значення загального вмісту озону в атмосфері у секторі дослідження спостерігаються у березні (≈ 392 о.Д.), а мінімальні – у жовтні (≈ 289 о.Д.) (табл. 1).

Динаміка екстремумів середніх значень та середніх квадратичних відхилів загального вмісту озону на протязі року

Місяць	\bar{x} , о.Д.		σ , о.Д.	
	min	max	min	max
Січень	347,84	359,01	33,80	41,25
Лютий	364,47	380,34	34,93	46,86
Березень	373,99	392,52	31,99	45,01
Квітень	361,88	383,22	25,59	43,55
Травень	346,43	365,00	21,09	39,55
Червень	327,40	349,61	17,28	26,19
Липень	306,65	333,79	14,62	23,29
Серпень	299,09	317,61	12,30	19,94
Вересень	296,98	307,45	13,49	18,37
Жовтень	289,77	297,15	17,03	20,19
Листопад	296,12	301,31	20,14	23,57
Грудень	313,66	323,17	29,25	29,23

Дослідження мінливості параметрів озоносфери різних часових масштабів і пошуки фізичних причин цієї мінливості до теперішнього часу залишаються актуальною проблемою. Актуальність ця визначається тією істотною роллю, яку відіграє озон в термодинамічному балансі атмосфери, у формуванні клімату, в розвитку глобальних змін навколишнього середовища.

В ході виконання роботи досліджено особливості динаміки загального вмісту озону в атмосфері над територією України, на основі супутникової інформації за період з січня 2003 по грудень 2016р.

На основі проведених досліджень можна зробити наступні висновки:

1. Взимку майже над усією територією України розміщується малоградієнтне поле ЗВО.
2. В квітні повністю сформується область знижених значень вмісту озону над Румунією і зберігається до серпня. Відмітною особливістю полів озону в цей період є зона значних просторових градієнтів ЗВО в південно-східній частині сектору, що розглядається.
3. З січня по серпень відбувається убунання вмісту озону в атмосфері з півночі на південь, на тлі загального зменшення осереднених значень ЗВО в атмосфері.
4. У вересні над сектором дослідження відбувається збільшення вмісту озону у південному напрямку. Така структура полів загального вмісту озону зберігається до листопада.
5. Максимальні значення загального вмісту озону в атмосфері у секторі дослідження спостерігаються у березні (≈ 392 о.Д.), а мінімальні – у жовтні (≈ 289 о.Д.).
6. Над територією України, поля середніх квадратичних відхилів ЗВО у всі місяці року мають значну схожість. Ізолінії поля мінливості мають квазіширотну орієнтацію. При цьому помітно збільшення значень середніх квадратичних відхилів у північному напрямі. Максимальні значення СКВ відмічаються у січні - лютому, мінімальні – у липні-серпні.

ДЖЕРЕЛА ТА ЛІТЕРАТУРА

1. Stein O. ECMWF Reading MACC Global air quality services / Stein O., Schultz M., Julich F., Flemming J., Inness A., Kaiser J., Jones L., Benedetti A., Morcrette J-J. / Technical Documentation.
2. Шкільний Є.П., Лосєва І.Д., Гончарова Л.Д. Методи обробки та аналізу гідрометеорологічної інформації. – Одеса, 1999. – 600 с.