

Бургаз О. А., к.геогр.н., доцент (Одеський національний університет
ім. І.І. Мечникова, м. Одеса)

Семендяк А. І., аспірант (Одеський національний університет
ім. І.І. Мечникова, м. Одеса)

Ткач С. С., аспірант (Одеський національний університет
ім. І.І. Мечникова, м. Одеса)

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОЛІВ ЗАГАЛЬНОГО ВМІСТУ ОЗОНУ НАД УКРАЇНОЮ ТА ЇХ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКІВ З ВЕЛИКОМАСШТАБНИМИ ЦИРКУЛЯЦІЙНИМИ ПРОЦЕСАМИ ПІВНІЧНОЇ ПІВКУЛІ

У другій половині 1980-х років з'явилися повідомлення про виникнення – озонової «діри» в Антарктиці, що супроводжувалися інтенсивною дискусією як науковою, так і «не науковою». Ці повідомлення, привернули увагу до проблем атмосферного озону.

Дослідження геологічної історії кисню і озону представляє великий інтерес. Коли в 1970 р. виникла ідея про вплив інжектуюмих в повітря стратосферною авіацією оксидів азоту на можливе руйнування шару озону, виявилось, що вона має найближче відношення до проблеми озон – життя. У 1974 р. виникло також уявлення про каталітичне руйнування озону хлором, що заноситься в стратосферу фреонами. Докладні обчислення, що враховують двовимірні і тривимірні рухи атмосфери, дозволили зробити певні висновки для випадку фреонів, коли сильне убування озону неминуче [1].

Ці висновки призвели до створення Всесвітньою метеорологічною організацією проекту «Глобального дослідження і моніторингу озону» у 1976 році. У березні 1977 р. це питання було розглянуте в «Програмі Організації Об'єднаних Націй по навколишньому середовищу» [2; 3].

Руйнування озону повинне по-різному позначитися в тропічній і помірній зоні на населенні, по-різному пристосованому до надлишку радіації. В результаті ми підходимо як до проблем кліматології радіації, так і до інших, більш складних біологічних, екологічних і навіть суспільних проблем [4; 5].

Розподіл озону сильно залежить від рухів атмосфери. Існує загальна циркуляція озону між тропіками і полярною областю: рухами меншого масштабу озон переноситься в циклонах і струменевих течіях і ін.

Дослідженням взаємозв'язків загального вмісту озону (ЗВО) присвячена значна кількість наукових досліджень. Так згідно [6–9], доведено, що змінення концентрацій озону залежить великою мірою від характеру циркуляційних процесів великого масштабу: інтенсивності переважаючої зональної циркуляції, циркуляції в області атмосферних вихорів – циклонів та антициклонів. Саме під дією цих чинників відбувається перенос озону із «тропічного резервуару», де переважними є фотохімічні процеси утворення озону, у високі широти.

Відповідно до [8], існують статистично значущі періоди взаємодій між головними компонентами полів геопотенціальних висот поверхні АТ – 50, що характеризують циркуляційні процеси в стратосфері західного сектора південної півкулі, та головними компонентами полів загального вмісту озону. Найбільш масштабною взаємодією між першими компонентами зазначених полів є квазидвохрічна взаємодія, яка відбувається синхронно, тобто одночасно в полях геопотенціальних висот АТ – 50 і полях ЗВО.

Крім того, має місце річна взаємодія, причому крупномасштабне змінення циркуляції випереджує змінення полів ЗВО на 2 місяці. Взаємодії часових масштабів порівняно з піврічним та сезонним характеризуються тим, що великомасштабні коливання циркуляційних процесів дають реакцію на великомасштабні характеристики ЗВО через 10–20 діб [8].

Згідно [9], між параметром Ель-Ніньо Південне Коливання (ПК) та першою головною компонентою полів ЗВО спостерігаються річна, піврічна та сезонні періоди взаємодії. Взаємозв'язки індексу Ель-Ніньо Південне Коливання та другої головної компоненти ЗВО проявляються з квазірічним, піврічним та сезонними періодами.

Періоди в межах річних взаємодій відзначаються випередженням прояву ЕНПК, а взаємодія на піврічному й менших періодах відбувається майже синхронно. Найбільшим періодом взаємодії параметру ПК та третьої головної компоненти загального вмісту озону є квазидворічний. Крім цього спостерігаються зв'язки з періодами близько року, піврічні та сезонні.

В даній роботі було проведено дослідження взаємозв'язку між головними компонентами полів загального вмісту озону над територією України та індексом Північноатлантичного коливання (ПАК).

В якості вихідної інформації були взяті дані проекту МАСС II, що є частиною міжнародного проекту САМС (Copernicus Atmosphere Monitoring Service) [10].

Для виконання роботи використовувалась строкова інформація про загальний вміст озону 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 грудня 2016 р. за 12 годин СГС. В якості території дослідження був взятий сектор північної півкулі між $53,25$ та $43,5^\circ$ півн. ш. та 21 і $40,25^\circ$ сх. д.

На основі вихідних даних, методом осереднення, були отримані середньомісячні значення загального вмісту озону. Враховуючи все вищезначене, це дало нам змогу побудувати матрицю середньомісячних значень загального вмісту озону в атмосфері розміром 392×168 .

В якості математичного апарату, використовувались методи кореляційного та компонентного аналізу [11–13].

Шляхом ортогонального перетворення полів ЗВО в базису власних векторів були отримані ортогональні компоненти полів ЗВО.

Виявлено, що більше 90% сумарної дисперсії вичерпує перше власне значення, а, отже, основна змістовна інформація про особливості статистичної структури полів і особливості її формування міститься в першій головній компоненті. Оскільки ортогональному перетворенню піддавалося кожне поле середньомісячних значень ЗВО, то це дозволило сформувати часову послідовність першої головної компоненти цих полів.

Математичний апарат, що використовувався у дослідженні дає змогу виявити приховані періодичності, що містяться у часовій послідовності першої головної компоненти. Максимальною енергією володіє одне коливання з періодом в 1 рік. Слід відмітити досить незначну амплітуду коливання близько 13,5 о.Д. при сезонних змінах ЗВО в 290–390 о.Д. Максимальні значення загального вмісту озону в атмосфері у секторі дослідження спостерігаються у березні (≈ 392 о.Д.), а мінімальні – у жовтні (≈ 289 о.Д.).

Великомасштабні зміни полів загального вмісту озону досить неоднорідні за часом. При цьому амплітуда цих змін незначна і коливається в межах від -6,5 до +6,5 одиниць Добсона.

Північноатлантичне коливання є однією з найважливіших характеристик великомасштабної циркуляції атмосфери в північній півкулі. Воно виражено в усі сезони року і проявляється на масштабах від декількох діб до декількох століть. Сутність ПАК полягає в перерозподілі атмосферних мас між Арктикою і субтропічною Атлантикою, при цьому перехід з однієї фази ПАК в іншу викликає великі зміни в полі вітру, перенесення тепла і вологи, в інтенсивності, кількості і траєкторіях штормів і т.д. [14].

Розрізняють дві фази коливання. Як правило, позитивної фазою коливання називається стан атмосфери при позитивному значенні індексу ПАК, а негативною фазою – при негативному значенні.

Позитивна фаза ПАК проявляється в негативній аномалії приземного тиску і геопотенціалу в ісландському мінімумі і позитивній аномалії в Азорському максимумі. Негативна аномалія приземної температури повітря в районі пів-ів Лабрадор-Гренландія і позитивна аномалія в Європі. Посилення зонального типу циркуляції; посилення вітрів в тропосфері в зоні 50–60° пн.ш. Зсув траєкторій циклонів на північ на 200–400 км щодо їх середнього положення. Ослаблення процесів блокування в атмосфері [14; 15].

Негативна фаза ПАК. Позитивна аномалія приземного тиску і геопотенціалу в ісландському мінімумі і негативна аномалія в Азорських максимумі. Позитивна аномалія приземної температури повітря в районі пів-ів Лабрадор – Гренландія і негативна аномалія в Європі. Посилення меридіонального типу циркуляції; ослаблення вітрів в тропосфері в зоні 50–60° пн.ш. Зсув траєкторій циклонів на південь. Посилення процесів блокування в атмосфері.

В роботі було проведено визначення кореляційної залежності між часовими рядами першої головної компоненти та індексу Північноатлантичного коливання. Значення індексів ПАК отримано з [15]. При цьому слід зазначити, що підходів до визначення індексу ПАК існує декілька.

При проведенні дослідження з'ясовано, що коефіцієнт лінійної кореляції між часовими рядами першої головної компоненти ЗВО та індексу ПАК дорівнює $-0,076$. Тобто лінійна залежність між великомасштабними особливостями полів озону в секторі дослідження та циркуляційними процесами Північноатлантичного регіону майже відсутня. Однак це не свідчить про те, що відсутні кореляційні взаємозв'язки іншої форми.

1. CIAP. Climatic Impact Assessment Programm. Report of findings: The effects of stratospheric pollution by aircraft. DOT-TST-75-50. Washington, DC, 1974. 2. Борисова С. В. Озон в атмосфері. Київ-Ізмаїл, 2001. 70 с. 3. Dessler A. The Chemistry and Physics of Stratospheric Ozone. *International Geophysics Series*. Academic Press, 2005. Vol. 74. 255 p. 4. Global solar UV index: a practical guide. A joint recommendation of WHO, WMO, UNEP, ICMIRP / World Health Organization. 2002. 18 p. 5. Савенець М. В., Дворецька І. В., Уманець А. П., Гречана Н. В. Стан озонового шару та рівня ультрафіолетового опромінення над територією України у 2019 році. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2020. № 25. С. 53–62. 6. Галич Е. А., Школьный Е. П. Особенности взаимосвязи между основными осцилляционными механизмами общей циркуляции атмосферы. *Метеорологія, кліматологія та гідрологія*. Одеса, 2008. Вип. 50. Ч. 1. С. 36–43. 7. Школьный Е. П., Бургаз А. А., Галич Е. А. Статистическая структура полей общего содержания озона в атмосфере западного сектора южного полушария. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2010. № 6. С. 35–53. 8. Бургаз О. А. Особливості взаємозв'язків полів загального вмісту озону та циркуляційних процесів у стратосфері західного сектора південної півкулі. *Український гідрометеорологічний журнал*. Одеса, 2012. № 10. С. 50–57. 9. Бургаз О. А. Взаємозв'язки Ель-Ніньо-Південного Коливання із загальним вмістом озону у західному секторі південної півкулі. *Молодий вчений : науковий журнал*. 2016. № 9 (36). С. 115–117. 10. S. Basart, A. Benedictow, Y. Bennouna, A.-M. Blechschmidt, S. Chabrillat, H. Clark, E. Cuevas, H. Flentje, K. M. Hansen, U. Im, J. Kapsomenakis, B. Langerock, K. Petersen, A. Richter, N. Sudarchikova, V. Thouret, T. Warneke, C. Zerefos. Validation report of the CAMS near-real time global atmospheric composition service. *Technical Documentation*. 2023. 123 p. 11. Школьный Е. П., Лоева І. Д., Гончарова Л. Д. Методи обробки та аналізу гідрометеорологічної інформації. Одеса, 1999. 600 с. 12. Т. Андерсон. Введение в многомерный статистический анализ. М. : «Наука», 1976. 500 с. 13. М. Дж. Кендалл, А. Стюарт. Многомерный статистический анализ и временные ряды. М. : «Наука», 1976. 736 с. 14. Wallace J. M., Gutzler D. S. Teleconnections in the geopotential height fields during the north hemisphere winter. *Mon. Weath. Rev.* 1981. Vol. 109, No. 4. P. 784–812. 15. Служба даних CPC/NCEP. URL: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/pna/norm,nao,monthly,b5001,current,ascii>. (дата звернення: 01.06.2024).