Міжрічна мінливість інтенсивності конвекції в Україні

Балабух В.О.

Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут

НАН України і Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи, Київ, Україна

For further information
Please contact:
Address: Prospekt Nauki 37, Hydrometeorology, Kiev, 03028 Ukraine
Tel.: (+38 -044) - 525-87-51
Fax: (+38 -044) - 525-53-63
E-mail: Balabukh@rambler.ru

Актуальність досліджень

Зростання кількості та інтенсивності стихійних явищ погоди, яке спостерігається в Європі та Україні з 90-х років XX ст. і набирає все більших темпів, вимагає дослідження причин цього явища, його механізмів. При цьому однією з найбільш актуальних задач є дослідження стихійних метеорологічних явищ (СМЯ) погоди пов'язаних із зонами активної конвекції (злив, гроз, граду, шквалу, смерчів), їх повторюваності, умов формування, просторово-часової мінливості оскільки саме ці явища дають значну долю збитків економіці багатьох країн, у тому числі й України. Крім того попереджуваність цих явищ зменшується, що зумовлено значною неоднорідністю конвекції у часі та просторі та недостатньою вивченістю просторово-часової мінливості її кліматичних характеристик. Метою даної роботи є дослідження стихійних конвективних явищ погоди, інтенсивної конвекції в Україні та їх просторово-часової мінливості.

Матеріали та методика досліджень

Дослідження конвективних процесів в Україні проводили за даними мережі температурно-вітрового зондування у період з травня по вересень 1973 - 2010рр.та даними реаналізу ERA Interim ECMWF з 1989 по 2010 рр.

Аналіз динаміки часових рядів проводили, використовуючи методи сезонної декомпозиції. У досліджуваному ряді визначалася тренд-циклічна складова, сезонна компонента і випадкові коливання. Необхідна форма тренду розраховувалася для отриманого згладженого ряду і оцінювалася за допомогою регресійного аналізу і, зокрема, аналізу залишків та множинного коефіцієнту кореляції з метою знаходження більш точної відповідності між модельними та фактичними даними.

Отримані результати

Основною причиною виникнення конвекції є наявність нестійкої термічної стратифікації, яка приводить до виникнення сил плавучості і, відповідно, вертикальних рухів. Залежно від потужності шару конвекції виникають вертикальні рухи різного масштабу, які зумовлюють виникнення різних за масштабом конвективних явищ. При товщині конвективного шару більше 5 км, виникають конвективні системи, горизонтальна протяжність яких може змінюватись від декількох десятків до 100-200 км, а вертикальна потужність може сягати 10-15 км. Саме з такими системами і пов'язана більшість небезпечних та стихійних конвективних явищ погоди в Україні: злив, граду, гроз, шквалів, смерчів.

В Україні у теплий період атмосфера є переважно стійкою (рис. 1). Це зумовлено тим, що у цей період у країні спостерігається помітне послаблення активності атмосферних процесів, пов'язане із зміщенням на північ Планетарної Висотної Фронтальної Зони і ослабленням циклонічної циркуляції над північними морями, внаслідок чого у регіоні переважає антициклональна діяльність. Антициклональний режим погоди сприяє інтенсивній трансформації повітряних мас, внаслідок чого зростає температура повітря, підвищуються вертикальні градієнти повітря, що призводить до зростання нестійкості атмосфери і при значному вологовмісті – до розвитку інтенсивної конвекції. Цей процес набуває найбільшої інтенсивності у липні та червні про що свідчить значна повторюваність числа днів з нестійкою стратифікацією атмосфери та стихійних конвективних явищ погоди у цей період. У травні атмосфера в Україні є більш нестійкою, ніж у вересні, що пояснюється більшим вологовмістом повітря у цьому місяці (рис. 1).

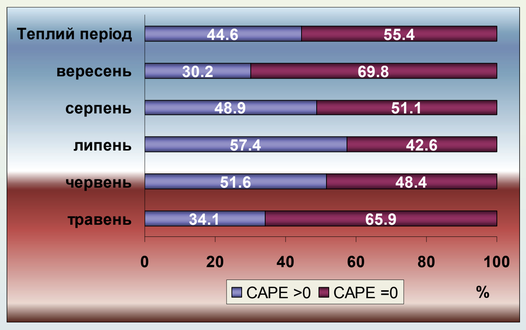


Рисунок 1. *Повторюваність (%) числа днів із стійкою і нестійкою стратифікацією атмосфери у теплий період*

У теплий період в атмосфері спостерігається переважно (87,6%) слабка конвекція (табл.1), яка розвивається до висоти майже 500 гПа, при цьому масова доля водяної пари становить 9,1 г/кг, товщина нестійкого шару атмосфери - біля 3,5 км, а конденсація водяної пари починається на висоті близько 900 гПа (табл.2). Найбільшого розвитку слабка конвекція набуває у червні та липні.

Таблиця 1. Повторюваність (%) числа днів із конвекцією різної інтенсивності

CAPE, Дж/кг, 00UTC	Місяць					Теплий період
	травень	червень	липень	серпень	вересень	
0-500	15,22	20,63	20,63	19,97	11,18	87,6
500-1000	0,86	1,94	2,46	1,95	0,46	7,7
1000-2500	0,33	0,97	1,52	1,16	0,20	4,2
≥2500	0,05	0,15	0,21	0,07	0,02	0,5

Помірна та дуже сильна конвекція в Україні спостерігається рідко (близько 5%) і переважно у липні (табл.1). Для неї характерний високий вологовміст атмосфери (біля 13 г/кг), низький рівень конденсації та високий рівень конвекції - 264,3 і 299,3гПа, відповідно (табл.2). Товщина конвективно-нестійкого шару може сягати 6 км і більше.

Таблиця 2. Характеристика конвекції різної інтенсивності

CAPE, Дж/кг, 00UTC	Параметр			
	Індекс нестійкості LI	Масова доля водяної пари, г/кг	Висота рівня конденсації, гПа	Висота рівня конвекції, гПа
0-500	1,8	9,1	901,2	562,8
500-1000	-2,3	11,6	899,8	275,3
1000-2500	-3,6	12,7	901,2	264,3
≥2500	-4,3	13,0	904,4	299,3

Стихійні метеорологічні явища в Україні можуть утворюватись при незначній конвекції, як в атмосфері, так і в нижній тропосфері. При цьому, із збільшенням нестійкості атмосфери найбільш ймовірна поява сильних злив, тому серед конвективних явищ вони мають найбільшу повторюваність. Ймовірність появи крупного граду, сильного шквалу та смерчів збільшується із подальшим зростанням енергії нестійкості атмосфери. Так, якщо сильні зливи утворюються при CAPE 611,7 Дж/кг, крупний град при CAPE 863,9 Дж/кг, то смерчі виникають коли CAPE перевищує 1000 Дж/кг, при цьому в атмосфері спостерігається найвищий вологовміст, швидкість вертикальних рухів сягає 50м/с і конвекція розвивається майже до 250 гПа (рис.2).

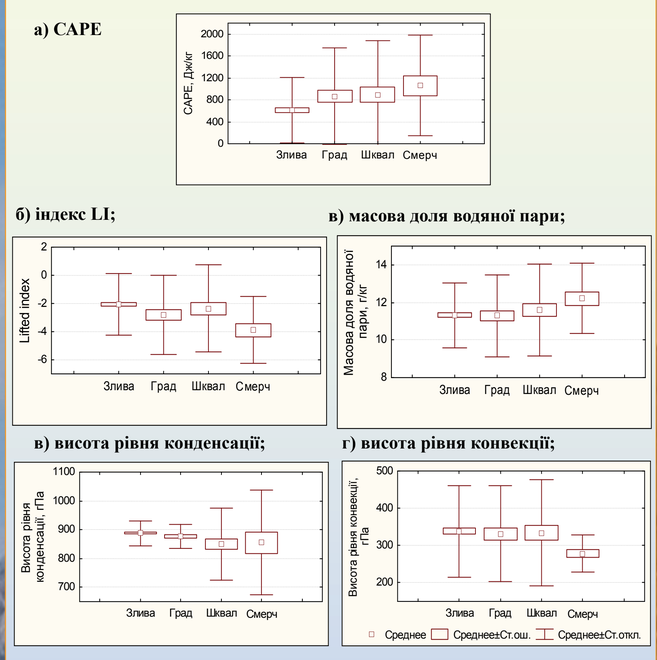


Рисунок 2. *Особливості розвитку конвекції при різних СМЯ*

Дослідження міжрічної мінливості CAPE в Україні за даними мережі радіозондувань показали, що в країні спостерігається тенденція до зростання інтенсивності конвекції. Так, у Києві у нижньому, 5км шарі тропосфери, вона появилась з середини 70-х років минулого століття, а в цілому в атмосфері - з 90-х рр, XX ст. У цей період в досліджуваному регіоні спостерігався ріст вологовмісту атмосфери, який разом із ростом середньої температури тропосфери (про що свідчить збільшення товщини шару 1000-500 гПа) зумовив підвищення рівня конвекції майже на 100гПа. Висота рівня конденсації при цьому також підвищилась. (рис.3).

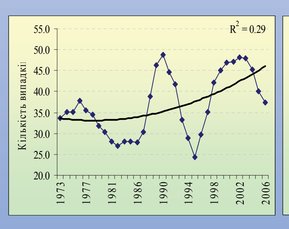
Рисунок 3. *Щорічні коливання параметрів конвекції. Київ. 00UTC.*

Такі ж тенденції, в цілому, характерні і для інших регіонів України, але мають деякі особливості. Так, як свідчать дані радіозондувань Одеси та Чернівців на півдні та заході України цей ріст був значно інтенсивнішим і зумовлений більш суттєвим збільшенням вологовмісту атмосфери та середньої температури тропосфери. На північному сході країни (за даними радіозондувань Харкова) також спостерігалось збільшення інтенсивності конвекції, але дещо менше.

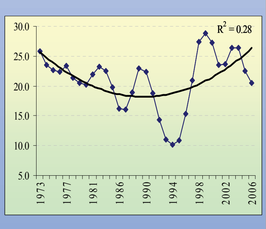
Аналіз динаміки повторюваності конвективних СМЯ підтвердив отримані результати. З 90-х рр. XXст в Україні спостерігається тенденція до зростання кількості випадків дуже сильних дощів, сильних злив, числа днів з грозою (рис.4). Найбільш значимо ця тенденція проявилась на заході та півдні країни. Збільшується також кількість сильних шквалів, а з початку XXI ст спостерігається тенденція до зростання кількості смерчів.

Інтенсивність явищ, та період протягом якого вони можуть утворюватись також зростає.

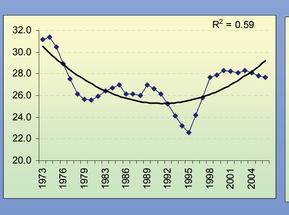
а) кількість випадків дуже сильного дощу (50мм і більше за 12 год. і менше) в Україні;



б) кількість випадків сильних злив (30мм і більше за 1 год. і менше) в Україні;



в) число днів з грозою в Україні;



г) число днів з грозою на півдні України

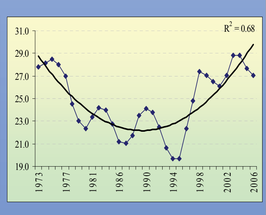


Рисунок 4. *Щорічні коливання випадків НЯ та СМЯ у пункті спостережень*

ВИСНОВКИ

З 90-х років XX ст. в Україні у теплий період спостерігається значима тенденція до збільшення середньої температура та вологовмісту тропосфери, які зумовили зростання конвективно доступної потенційної енергії атмосфери, швидкості висхідних потоків, підвищення рівня конвекції і привели до збільшення нестійкості атмосфери. Внаслідок таких змін в Україні зросла кількість та інтенсивність сильних злив, граду, шквалу, смерчів, збільшилося число днів з грозою.