ДОПОВІДІ
НАЦІОНАЛЬНОЇ
АКАДЕМІЇ НАУК
УКРАЇНИ

НАУКИ ПРО ЗЕМЛЮ

https://doi.org/10.15407/dopovidi2019.10.057
УДК 551.5

В.І. Лялько, Л.О. Єлістратова,
О.А. Апостолов, А.Я. Ходоровський

ДУ "Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі
Інституту геологічних наук НАН України", Київ
E-mail: alex@casre.kiev.ua

Зміна параметрів вітру на території України в період глобальних кліматичних змін

Представлено академіком НАН України В.І. Ляльком

Здійснено просторово-часовий аналіз параметрів вітру на території України за період 1945–2015 рр. Для виявлення змін вітрового режиму проведено статистичний аналіз середньомісячних, річних значень швидкості та напрямку вітру. Відмічено зменшення швидкості вітру за останні 70 років, максимальна тенденція спостерігається в зимовий період. Проведено сумісний аналіз динаміки індексу північноатлантичного коливання та середньої швидкості вітру за холодний період. Виявлено, що зменшення швидкості вітру на території України корелює зі збільшенням інтенсивності індексу північноатлантичного коливання.

Ключові слова: *швидкість та напрямок вітру, зміна клімату, північноатлантичне коливання, Україна.*

В умовах сучасної зміни клімату науковий інтерес до вивчення тенденцій формування майбутнього режиму вітру і його екстремальних проявів, а також використання вітроенергетичних можливостей замість традиційних і вже вичерпних обумовлює пріоритетність дослідження динаміки стану вітру.

Механізми зміни параметрів вітру у своїх роботах розглядали Логвінов К.Т., Барабаш М.Б., Сніжко М.І., Кульбіда М.І., Логінов В.Ф. [1—4]. За даними наукових досліджень починаючи з 70-х років XX ст. в Україні, а також Білорусі і ряді районів Європейської Росії спостерігається зниження швидкості вітру. Тому виникла необхідність провести діагностичну оцінку параметрів вітру (зміна швидкості та напрямків) для території України, особливо за роки XXI ст.

Мета цього дослідження полягає в аналізі та оцінці змін параметрів вітру на території України за період 1945—2015 рр.

Матеріали та методи досліджень. Для оброблення даних параметрів вітру застосовано методи математичної статистики. Як вихідні у досліджені використано дані з 34 метеорологічних станцій України. Для кожної станції та для всієї території України було розраховано: мінімальне, середнє, максимальне значення, середнє квадратичне відхилення для кож-

© В.І. Лялько, Л.О. Єлістратова, О.А. Апостолов, А.Я. Ходоровський, 2019

ного місяця, сезонів, холодного і теплого періодів та річні значення. Така форма представлення інформації дає змогу здійснювати розрахунки та аналіз як для однієї станції, так і для всієї території України за різними показниками. Швидкість вітру розраховано за період 1945–2015 рр.; повторюваність вітру за напрямками визначено за період 1976—2015 рр. Методика спостереження за напрямком та швидкістю вітру наведена в [5].

Для встановлення залежності впливу північноатлантичного коливання (ПАК) на режим вітру в Україні як вихідні дані використано місячні дані індексу ПАК за період 1945—2015 рр. [6].

Результати та їх обговорення. Як відомо, повітря лише зрідка знаходиться в стані спокою. Звичайно воно переміщується як у горизонтальному, так і вертикальному напрямках. Рух повітря в горизонтальному напрямку називають вітром. Причина виникнення вітру — нерівномірний розподіл тиску повітря на поверхні землі, зумовлений нерівномірним розподілом температури повітря.

Перш ніж перейти до сучасного стану вітру в Україні треба відзначити, що протягом попереднього століття режим вітру в результаті зміни регіональної атмосферної циркуляції під впливом глобального потепління змінювався. Атмосферна циркуляція останніх двох десятиріч помітно відрізняється від попередніх періодів. Сучасний стан атмосферної циркуляції загалом у Північній півкулі здебільшого відображається у різко меридіональних баричних утвореннях, які переважно по одній своїй меридіональній периферії сприяють адвекції теплого субтропічного повітря, а по іншій — проникненню глибоко на південь арктичного повітря [7—9].

Вітер характеризується напрямком руху повітря та його швидкістю. Важливою характеристикою вітрового режиму є швидкість вітру, яка визначається баричним градієнтом та умовами циркуляції атмосфери.

З рис. 1, *а* видно, що значні відхилення розподілу швидкості вітру відбулися з 1975 по 1993 рр. і більш різке падіння — з 1994 по 2015 рр., що характеризує велику інерційність поточних атмосферних процесів у цей період.

Середні значення швидкості вітру для території України за час інструментальних спостережень за окремими періодами: з 1945 по 1970 рр.; з 1971 по 1980 рр.; з 1981 по 1990 рр.; з 1991 по 2000 рр.; з 2001 по 2010 рр.; з 2011 по 2015 рр., зменшуються у всіх періодах, для останнього періоду (2011—2015 рр.) середньорічна швидкість вітру становила 2,92 м/с, тоді як у перший період (1945—1970 рр.) — 3,85 м/с, тобто швидкість вітру впала в 1,32 раза. В абсолютному значенні за 70 років спостережень падіння середньорічної швидкості вітру для території України становить 0,93 м/с, у відносному значенні — 24,2 % (рис. 1, *б*).

За даними аналізу максимальних значень середньорічної швидкості вітру (у перший період — 4,71 м/с, в останній — 3,12 м/с), швидкість вітру впала в 1,51 раза. В абсолютному значенні падіння максимальної середньорічної швидкості вітру для території України становить 1,59 м/с, у відносному значенні — 33,8 % (див. рис. 1, *б*).

Більш інтенсивні зменшення швидкості вітру відбулися на метеостанціях, вказаних у табл. 1.

Зменшення швидкості вітру слід пояснювати не тільки суб'єктивними причинами, такими як міська забудова в районі більшості станцій (Житомир, Одеса, Івано-Франківськ, Мелітополь), що призвело до збільшення закритості горизонту, внаслідок чого також від-

булися зміни в макроциркуляційних атмосферних процесах [3]. Треба відзначити, що наведені у табл. 1 станції розташовані у різних природних зонах з різними орографічними особливостями місцевості. Проте є станції, де зміни швидкості вітру статистично не значущі (Київ, Вінниця), а на деяких станціях (Тернопіль, Хмельницький) спостерігається незначна тенденція до збільшення швидкості вітру.

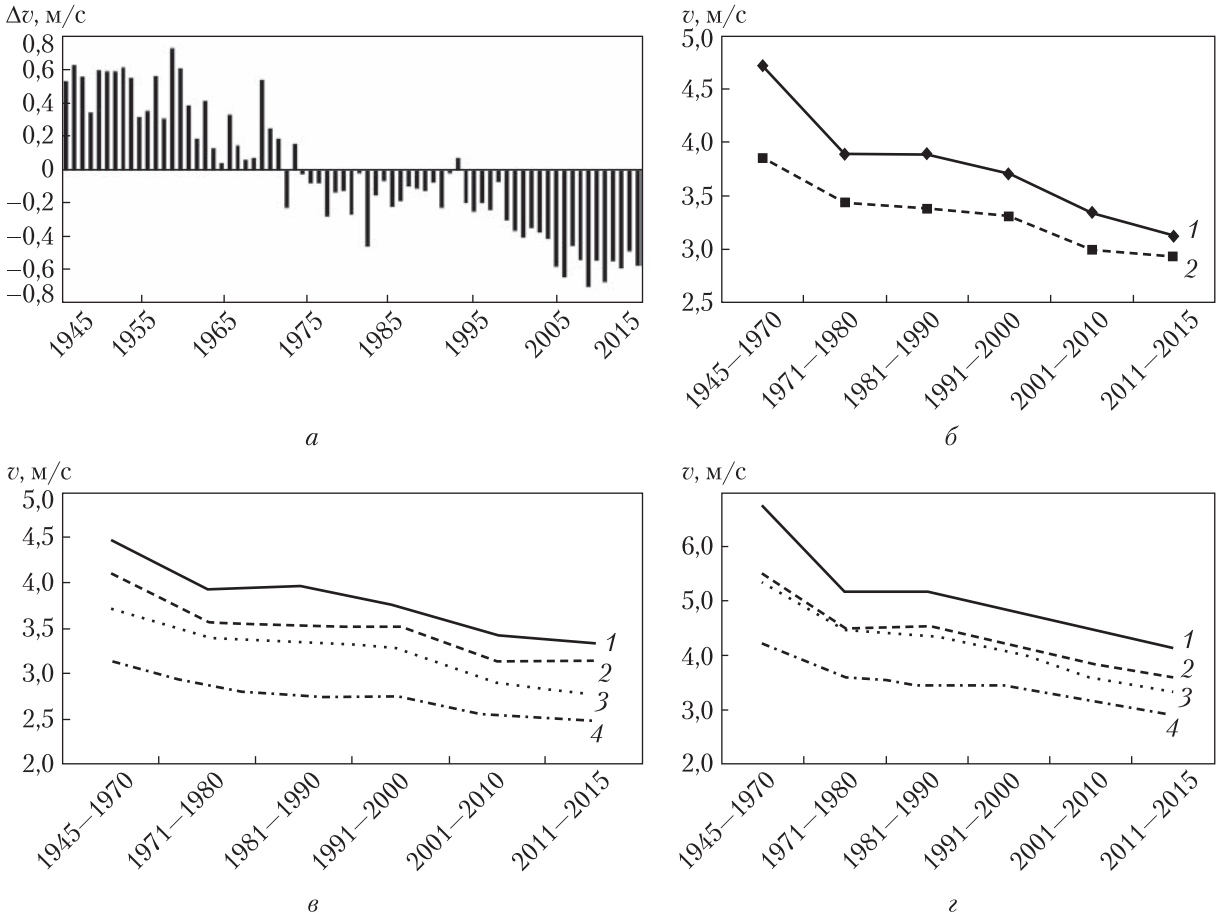

Рис. 1. Характеристика вітрового режиму на території України за період 1945 – 2015 рр.: *а* — відхилення середньої річної швидкості вітру від середньої багаторічної; б — максимальна (*1*) та середня (*2*) швидкість вітру; *в*, *г* — відповідно середня та максимальна швидкість вітру по сезонах (*1* — зима, *2* — весна, *3* — осінь, *4* — літо)

Таблиця 1. **Метеостанції України, де відбулися найбільші зменшення швидкості вітру**

Назва метеостанції	Середня швидкість вітру, м/с	Максимальна швидкість вітру, м/с	Назва метеостанції	Середня швидкість вітру, м/с	Максимальна швидкість вітру, м/с
Пожежевська	3,0	4,3	Одеса	2,0	3,2
Житомир	2,2	3,2	Мелітополь	1,9	2,9
Івано-Франківськ	2,1	2,6	Берегове	1,9	2,3

Відомо, що до формули вітрового навантаження й енергії, які переносяться вітром, швидкість вітру входить у квадраті, тому зменшення швидкості вітру, що спостерігається, є досить суттєвим [4]. Воно, зокрема, означає зменшення енергії, що переноситься, для середньої швидкості вітру в 1,7 раза, для максимальної в 2,3 раза. На сьогодні немає достатньо обґрунтованих прогнозів, як буде змінюватися швидкість вітру в найближчі десятиріччя. Але сам факт її зниження повинен враховуватись у відповідних розрахунках, зокрема при розробці планів використання енергії вітру.

З урахуванням сезонних барично-циркуляційних процесів розглянемо зміну швидкості вітру по сезонах. За весь період спостережень зимою швидкість вітру, як середня, так і максимальна, вища, ніж в інші сезони. Ці показники весною та осінню займають проміжне положення між значеннями за зиму та літо. Літом спостерігається значне падіння значень швидкості вітру (див. рис. 1, *в*). Так, для середньої швидкості різниця між значеннями зимою та літом для періоду з 1945 р. по 1970 р. становить 1,34 м/с, для періоду з 2011 по 2015 рр. — 0,84 м/с, тобто літом середня швидкість вітру становить 70–75 % відносно значень зими. За результатами аналізу всіх періодів спостережень встановлено зменшення середнього значення швидкості вітру в усі сезони. Для максимальної швидкості вітру (див. рис. 1, *г*) виявлені тенденції залишаються, тільки значення за весну та літо майже збігаються, таким чином, різниця між максимальними значеннями зимою та літом для періоду з 1945 по 1970 рр. становить 2,54 м/с, для періоду з 2011 по 2015 рр. — 1,26 м/с, тобто літом максимальна швидкість вітру становить 62–70 % відносно зими. Як показує аналіз усіх періодів спостережень, максимальні значення швидкості вітру в усі сезони зменшилися. В табл. 2 наведені розрахунки середньої та максимальної зміни швидкості вітру за кожен сезон за перший та останній періоди спостереження. Згідно з даними табл. 2, літом спостерігається найменша зміна як середньої (21 %), так і максимальної (32 %) швидкості вітру, крім того, як видно з рис. 1, *в*, *г*, і абсолютні значення за літо найменші за всі сезони. Зимою, навпаки, найбільша зміна швидкості вітру: для середніх значень — 26 %, для максимальних — 39 %.

З рис. 1, *в*, *г* добре видно, що зменшення значень швидкості вітру зимою є переважаючими порівняно з іншими сезонами. Слід зазначити, що різке падіння швидкості вітру розпочалося з 1994 р. (див. рис. 1, *а*), сучасне інтенсивне потепління в Україні з 1998 р. із самого початку характеризувалося дуже теплими зимами, зменшення швидкості вітру перестало посилювати морози зимою.

Зменшення швидкості вітру характерно як для теплого, так і для холодного періодів року. Аналіз зміни швидкості вітру за холодний період для території України за весь період спостережень показав, що значення швидкості вітру знижуються і для останніх років (2011—2015) становить 3,3 м/с, тоді як у період 1945—1970 рр. середня швидкість вітру становила 4,47 м/с, тобто падіння становить 1,35 раза. Для теплого періоду зміна значень швидкості вітру також відбувалася в усі зазначенні періоди. В останні роки (2011—2015) середня швидкість вітру становила 2,65 м/с, тоді як у перший період (1945—1970) — 3,4 м/с (падіння в 1,28 раза). Отже, з порівняння даних за холодний та теплий періоди випливає, що більше змінилася середня швидкість вітру в холодний період. В абсолютному значенні за 70 років спостережень, зменшення середньої швидкості вітру для холодного періоду над територією України становить 1,17 м/с або у відносному значенні — 26,2 %, для теплого періоду — 0,75 м/с або у відносному значенні — 22,1 % (рис. 2, *а*).

Для наочності на рис. 2, *б, в,* наведено відхилення значень середньої швидкості вітру від середньої багаторічної за теплий та холодний періоди. Для теплого періоду з 1945 по 1970 рр. відхилення середньої швидкості вітру становить 0,32 м/с. З 1981 по 1990 рр. починають переважати від'ємні значення відхилень, максимальне від'ємне відхилення становить 0,43 м/с (за період 2011—2015 рр.). У холодний період з 1945 по 1970 рр. відхилення середньої швидкості вітру становить 0,54 м/с. З 1971—1980 рр. починають переважа-

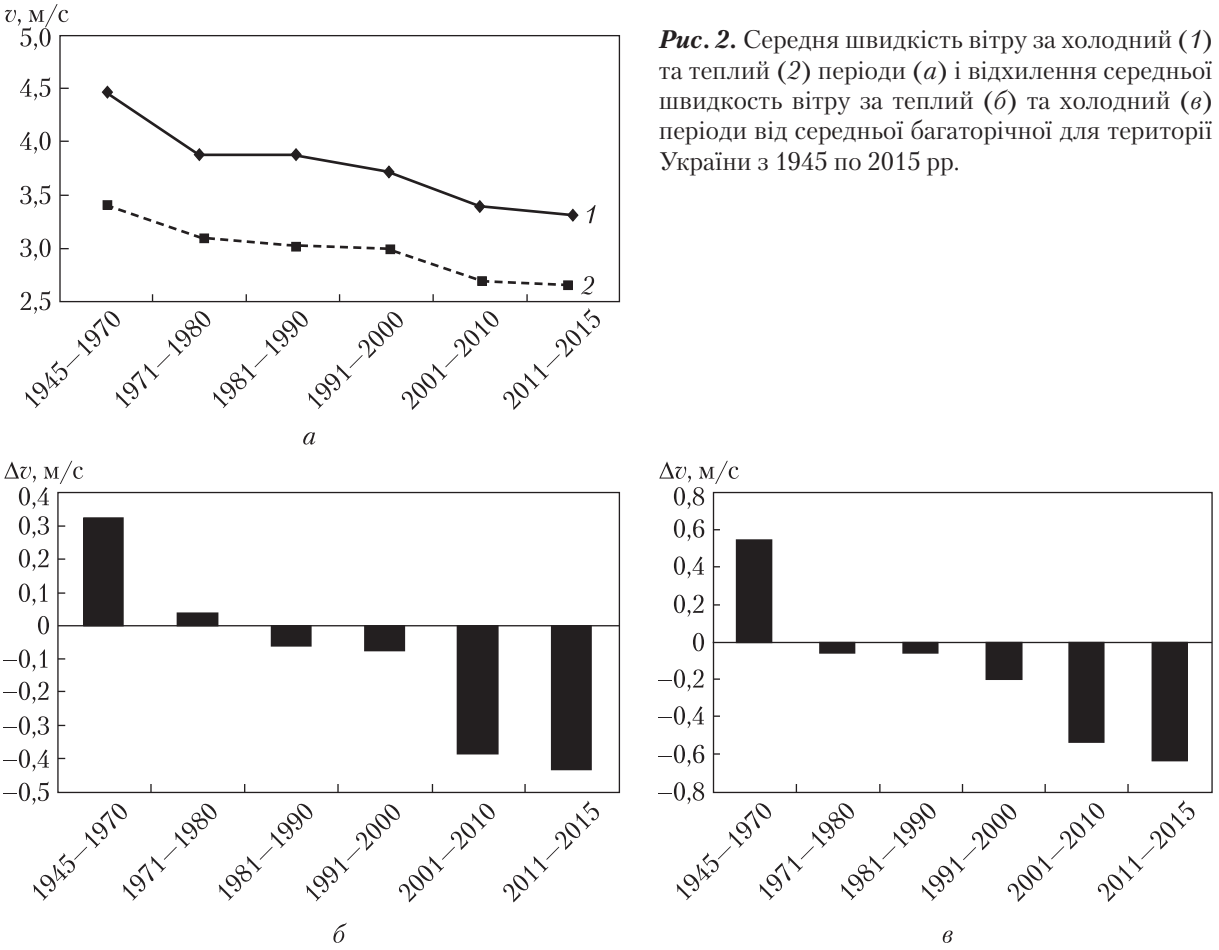

Рис. 2. Середня швидкість вітру за холодний (*1*) та теплий (*2*) періоди (*а*) і відхилення середньої швидкость вітру за теплий (*б*) та холодний (*в*) періоди від середньої багаторічної для території України з 1945 по 2015 рр.

Таблиця 2. **Сезоні зміни середньої та максимальної швидкості вітру за перший (1945—1970 рр.) та останній періоди (2011—2015 рр.) спостереження**

Сезон	Середня швидкість вітру			Максимальна швидкість вітру		
	Різниця, м/с	Рази	Зміни, %	Різниця, м/с	Рази	Зміни, %
Зима	1,14	1,34	26	2,61	1,63	39
Весна	0,98	1,31	24	1,94	1,32	35
Літо	0,65	1,26	21	1,33	1,46	32
Осінь	0,94	1,34	25	2,02	1,41	38

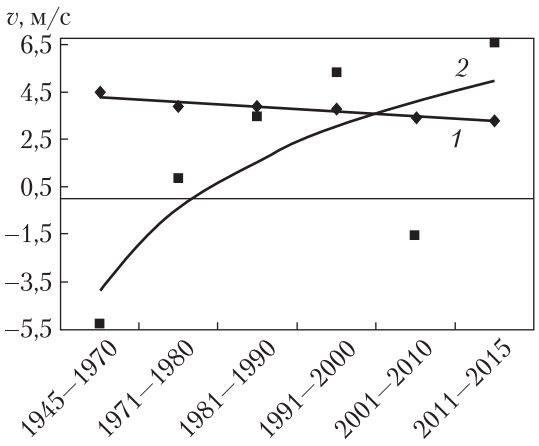

Рис. 3. Зіставлення динаміки середньої швидкості вітру (м/с) (*1*) та індексу ПАК · 10^{-1} (*2*) за холодний період (1945–2015 рр.) для території України

ти від'ємні значення відхилень, максимальне від'ємне відхилення становить 0,63 м/с (за період 2011–2015 рр.).

Отже відмічається зменшення швидкості вітру, особливо в зимовий період. На клімат Європи найбільший вплив мають океанічні центри Ісландський мінімум і Азорський максимум. Ці два центри дії атмосфери формують інтенсивність ПАК. На рис. 3 наведено результати сумісного аналізу динаміки індексу ПАК та середньої швидкості вітру за холодний період. Побудовані різноспрямовані тренди показують достатньо тісний зворотний зв'язок між цими показниками. Зменшення швидкості вітру на території України пов'язано з підвищенням інтенсивності ПАК і збільшенням повторюваності глибоких баричних утворень, що проходять через територію Європи в останні 20–25 років [4, 6].

Значні зміни швидкості вітру в останні роки потребують проведення досліджень зміни напрямків вітру.

Були проаналізовані наявні дані з частоти повторюваності вітрів у таких 16 напрямках за 40 років, починаючи з 1976 по 2015 рр.: північ (Пн), північ–північний схід (ПнПнС), північний схід (ПнС), схід–північний схід (СПнС), схід (С), схід–південний схід (СПдС), південий схід (ПдС), південь–південний схід (ПдПдС), південь (Пд), південь–південний захід (ПдПдЗ), південний захід (ПдЗ), захід–південний захід (ЗПдЗ), захід (З), захід–північний захід, (ЗПнЗ), північний захід (ПнЗ), північ–північний захід (ПнПнЗ). Аналіз первинних даних свідчить про значне коливання частоти повторюваності вітрів в окремі місяці протягом року та в різні роки. Це утруднює виявлення закономірностей в їхньому розподілі на підставі аналізу первинних даних. З метою встановлення загальних закономірностей частоти повторюваності вітрів була проведена первинна статистична обробка наявних даних. Для цього були розраховані значення сумарної частоти повторюваності вітрів у такі періоди: 1976–1980, 1981–1990, 1991–2000, 2001–2010, 2011–2015 рр. та за весь час спостережень (40 років). За частотою повторюваності вітрів різних напрямків вони розташовуються у такій послідовності (у порядку зменшення частоти: вітри субширотного простягання, серед яких частіше спостерігаються західні, ніж східні, вітри північного та південного простягань, серед яких частіше повторюються південні вітри, вітри північно-західного та південно-східного напрямків, серед них більшу частоту повторюваності мають північно-західні вітри, вітри північно-східного та південно-західного напрямку, серед них переважають вітри південно-західного напрямку.

З метою спрощення аналізу даних та наочності матеріалу було побудовано кругові рози-діаграми, на яких у графічній формі відображена частота повторюваності вітрів різних напрямків (рис. 4). Візуальний аналіз роз-діаграм свідчить про те, що усі вони складаються з 16 окремих максимумів та мінімумів різної інтенсивності. На кожній діаграмі по

вісім максимумів та мінімумів, які чергуються між собою. Характерно, що максимумам північної орієнтації — північний захід, північ, північний схід відповідають аналогічно розташовані максимуми південної орієнтації — південний схід, південь, південний захід. Максимуму західної орієнтації відповідає максимум східної орієнтації. Аналогічна закономірність притаманна і мінімумам. Частота повторення окремих максимумів і мінімумів у кожній з пар різна.

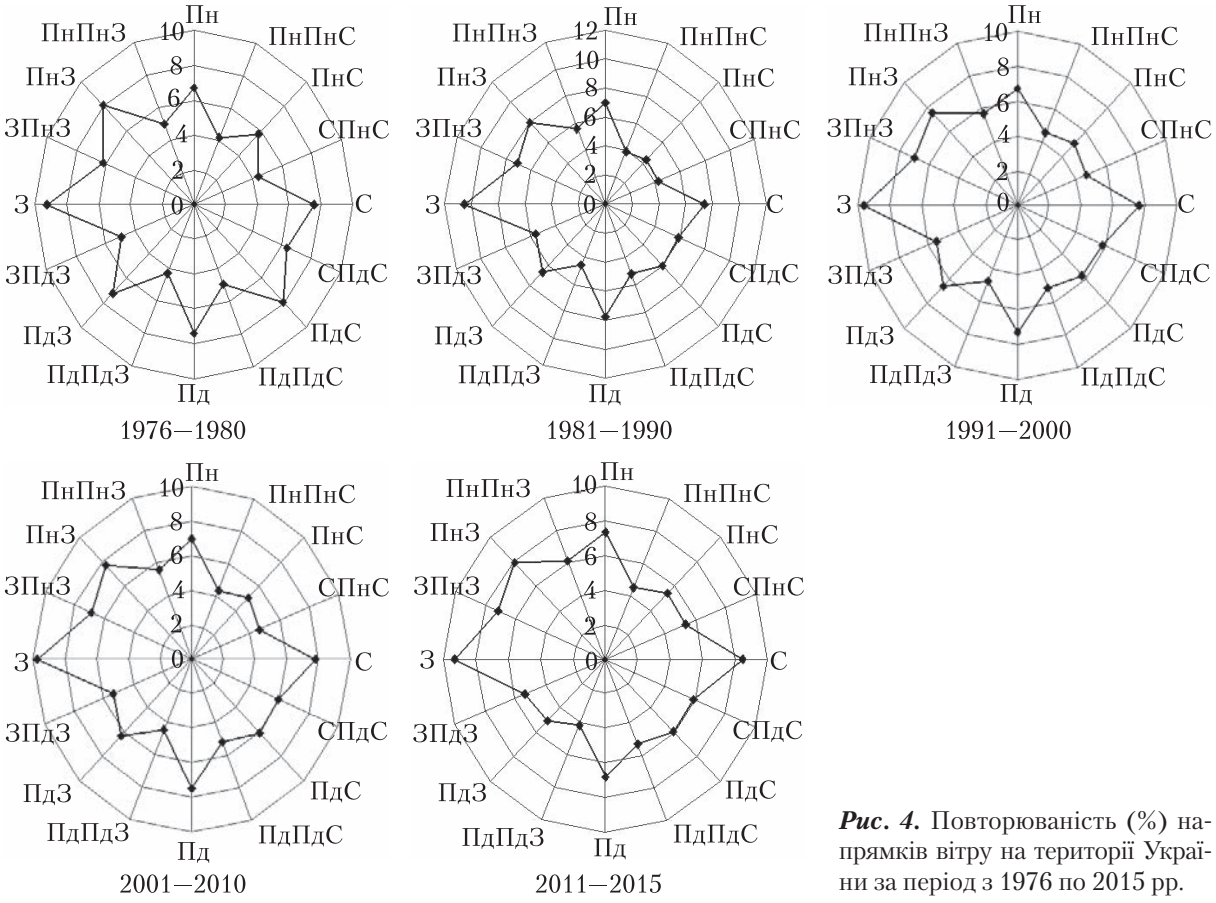

Рис. 4. Повторюваність (%) напрямків вітру на території України за період з 1976 по 2015 рр.

Таблиця 3. **Сумарна повторюваність (%) вітрів діаметрально протилежних напрямків на території України**

Період	С+З	ПдС+ПнЗ	Пн+Пд	ПнС+ПдЗ	СПдС+ +ЗПнЗ	ПдПдС+ +ПнПнЗ	ПнПнС+ +ПдПдЗ	СПнС+ +ЗПдЗ
1976—1980	16,8	16,0	14,0	12,9	12,6	9,9	8,5	9,2
1981—1990	17,7	13,9	14,6	11,0	13,0	10,7	8,5	9,9
1991—2000	17,2	13,2	14,0	11,6	12,8	10,8	9,2	10,2
2001—2010	17,5	13,7	14,5	11,4	12,8	10,8	8,7	10,0
2011—2015	17,7	13,8	14,1	10,4	13,1	11,5	8,6	10,7
1976—2015	17,4	13,8	14,3	11,4	12,9	10,8	8,9	10,0

Як добре видно на розах-діаграмах, протягом всього часу спостережень частота вітрів західного, північно- та південно-західного напрямків вища, ніж частота аналогічних вітрів східного, північно- та південно-східного напрямків. Серед вітрів окремих напрямків найбільшою частотою повторюваності відзначаються вітри західного та східного напрямків, за ними йдуть вітри північно-західного та південно-східного напрямків, північного та південного напрямків, а найменшою — вітри південно-західного та північно-східного напрямків.

З малоградієнтним баричним полем зв'язані слабкі вітри та штилі. Було прораховано повторюваність штилів з 1976 по 2015 рр. Починаючи з 1976 по 2000 рр. відбувалося зменшення повторюваності штилів, мінімальне значення зафіксовано в 2000 р., а з 2001 р. спостерігається зростання повторюваності штилів. Слід зазначити, що на повторюваність штилів значно впливає захищеність метеорологічного майданчика станції будинками, деревами тощо.

З метою подальшого загального регіонального аналізу даних було проаналізовано сумарні значення повторюваності вітрів діаметрально протилежних напрямків — північного та південного, східного та західного, північно-західного та південно-східного та усіх інших напрямків. Результати розрахунків наведені в табл. 3.

Зіставлення отриманих даних свідчить про те, що найбільшою частотою повторюваності відзначаються вітри субширотного простягання (східні та західні). На другому місці, з дещо нижчою частотою повторюваності, вітри субмеридіонального простягання (північні та південні). За ними розташувались вітри північно-західного та південно-східного напрямків та захід–північний захід. За частотою повторюваності вітри інших напрямків розташувалися у такій послідовності: північний схід та південний захід, південь—південний схід та північ—північний захід, схід—північний схід та захід—південний захід і північ—північний схід та південь—південний захід. Дещо несподіваним виявилося, що сумарна частота повторюваності вітрів південно-західного та північно-східного напрямків нижча, ніж вітрів захід—північний захід та схід—південний схід і північ—північний захід та південь—південний схід. Найнижча частота повторюваності вітрів таких двох напрямків: захід—південний захід та схід—північний схід і північ—північний схід та південь—південний захід.

Для встановлення локального регіонального характеру переміщення напрямків вітру було згруповано вітри чотирьох головних напрямків. Отримано такі результати повторюваності вітрів: північного напрямку — 187,9 %, південного — 152,1 %, західного — 114,3 %, східного — 88,8 %. Це може свідчити про посилення меридіонального перенесення, хоча субширотне переміщення вітрів (203,1 %) зберігається на території України.

Також проаналізовано ті самі напрямки повторюваності вітру для теплого та холодного періодів. Результати показали, таку саму закономірність перенесення повітряних мас для теплого та холодного періоду.

Таким чином, аналіз середньої і максимальної швидкості та напрямків вітру показав зменшення швидкості вітру над територією України за останні 70 років. Таке зниження швидкості вітру збігається з періодом інтенсивного глобального і регіонального потепління, що підтверджує зміни в характері атмосферної циркуляції, які відбулися в кінці XX ст. та початку XXI ст. Будь-яких чітких тенденцій зв'язку зміни швидкості та напрямків вітру поки що не виявлено.

ЦИТОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Барабаш М. Б. Сезонные колебания ветра в стратосфере. *Тр. УкрНИГМИ*. 1972. Вып. 113. С. 103—111.
2. Барабаш М. Б., Логвинов К. Т. О корреляции составляющих ветра в свободной атмосфере. *Тр. УкрНИГМИ*. 1972. Вып. 113. С. 83—95.
3. Клімат України: Ліпінський В.М., Дячук В.А., Бабіченко В.М. (ред.). Київ: Вид-во Раєвського, 2003. 343 с.
4. Логинов В.Ф. Глобальные и региональные изменения климата: причины и следствия. Минск: ТетраСистемс, 2008. 496 с.
5. Наставления гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 3. Ч. 1. Метеорологические наблюдения на станциях: Беспалов Д.П. (ред.). Ленинград: Гидрометеоиздат, 1985. 300 с.
6. Climate Data Guide. URL: https://climatedataguide.ucar.edu (дата звернення 18.07.2019).
7. Кононова Н.К. Классификация циркуляционных механизмов Северного полушария по Б.Л. Дзердзеевскому: Шмакин А.Б. (ред.). Москва, 2009. 372 с.
8. Івус Г.П., Агайар Е.В., Гурська Л.М., Зубкович С.О. До питання про типізацію синоптичних процесів над територією України. *Вісн. Одес. держ. екол. унів*. 2015. Вип. 19. С. 41—48.
9. Мартазинова В.Ф., Иванова Е.К., Чайка Д.Ю. Изменение крупномасштабной атмосферной циркуляции на протяжении XX века и ее влияние на погодные условия и региональную циркуляцию воздуха в Украине. *Геофиз. журн*. 2006. **28**, № 1. С. 51—60.

Надійшло до редакції 18.07.2019

REFERENCES

1. Barabash, M. B. (1972). Seasonal wind oscillations in the stratosphere. Trudy UkrNIGMI, No. 113, pp. 103-111 (in Russian.)
2. Barabash, M. B. & Logvinov, K. T. (1972). About correlation of the components of the wind in the free atmosphere. Trudy UkrNIGMI, No. 113, pp. 83-95 (in Russian).
3. Lipinsky, V. M., Dyachuk, V. A. & Babichenko, V. M. (Eds). (2003). The climate of Ukraine. Kyiv: Vyd-vo Raievskogo (in Ukrainian).
4. Loginov, V. F. (2008). Global and regional climate change: reasons and aftermaths. Minsk: TetraSystems (in Russian).
5. Bespalov D.P. (Ed). (1985). Manuals of hydrometeorological station and posts. Iss. 3. Pt. 1. Meteorological observations at stations. Leningrad: Gidrometeoizdat (in Russian).
6. Climate Data Guide. Retrieved from https://climatedataguide.ucar.edu
7. Shmakin, A. B. (Ed). (2009). Classification of circulational mechanisms of the Northern Hemisphere by B.L. Dzerdzeevskiy. Moscow (in Russian).
8. Ivus, G. P., Ahayar, E. V., Hurska, L. M. & Zubkovych, S. O. (2015). To the question of typification synoptic processes over the territory of Ukraine. Visn. Odes. derz. ekol. univ., No. 19, pp. 41-48 (in Ukrainian).
9. Martazinova, V. F, Ivanova, E. K. & Chayka, D. U. (2006). Change in large-scale atmospheric circulation throughout the 20th century and its impact on weather conditions and regional air circulation in Ukraine. Geophys. J., 28, No. 1, pp. 51-60 (in Russian).

Received 18.07.2019

В.И. Лялько, *Л.А. Елистратова*,
А.А. Апостолов, *А.Я. Ходоровский*

ГУ “Научный центр аэрокосмических исследований Земли
Института геологических наук НАН Украины”, Киев
E-mail: alex@casre.kiev.ua

ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВЕТРА НА ТЕРРИТОРИИ УКРАИНЫ
В ПЕРИОД ГЛОБАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

Проведен пространственно-временной анализ параметров ветра на территории Украины за период 1945—2015 гг. Для выявления изменений ветрового режима проведен статистический анализ среднемесячных, годовых значений скорости и направления ветра. Отмечено уменьшение скорости ветра за последние 70

лет, максимальная тенденция наблюдается в зимний период. Выполнен совместный анализ динамики индекса североатлантического колебания и средней скорости ветра за холодный период. Определено, что уменьшение скорости ветра на территории Украины имеет корреляцию с ростом интенсивности индекса североатлантического колебания.

Ключевые слова: *скорость и направление ветра, изменение климата, североатлантическое колебание, Украина.*

V.I. Laylko, L.A. Elistratova,
A.A. Apostolov, A.Ya. Khodorovskyi

Scientific Centre for Aerospace Research of the Earth
of the Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv
E-mail: alex@casre.kiev.ua

CHANGING THE WIND PARAMETERS ON THE UKRAINIAN TERRITORY DURING GLOBAL CLIMATE CHANGES

Under the current conditions of climate change, the scientific interest in studying the trends of the future wind regime formation and its extreme manifestations, as well as the use of wind energy opportunities instead of traditional and already exhaustive ones, makes a priority research of the future wind conditions.

The aim of this study is the analyzing and the evaluating of the wind parameter changes on the Ukrainian territory during the 1945-2015 period.

The climatic processing of the wind parameters data is done with the methods of mathematical statistics. The data from 34 meteorological stations of Ukraine are used as the source materials of research. For each station and the whole Ukrainian territory, we computed: minimum, mean, maximum, standard deviation for each month, seasons, warm and cold periods, annual meanings. The wind speeds are calculated for 1945-2015; wind recurrence directions are determined for 1976-2015. In order to determine the dependence of the North Atlantic oscillation (NAO) on the wind regime in Ukraine, the monthly data of the NAO index for the 1945-2012 period are used as the initial data for identifying the reasons for changing the wind regime.

The obtained results show a considerable deviation of the wind speed from 1975 to 1993 in the XX century and the sharp decline from 1994 to 2015, which shows the inertia of current atmospheric processes during this period. Joint analysis of the dynamics of NAO and the mean of wind speeds for cold period is carried out. It is found that the decrease of the mean wind speed on the Ukrainian territory correlates with the growth of the North Atlantic oscillation index intensity. The frequency of the wind repetition is analyzed in 16 directions for 40 years (1976-2015) for the Ukrainian territory. The meridian transference intensification was maintained, but the sub-latitudinal wind mass movement was preserved.

The analysis of mean and maximum speeds and directions of the wind shows the reduction of wind speeds over the Ukrainian territory in last 70 years. Any conclusions about the connections between wind speeds and directions have not been revealed yet.

Keywords: *wind speed and direction, climate change, North Atlantic oscillation (NAO), Ukraine.*