

Статистичний аналіз поля вітру над східною Україною в умовах зміни клімату

Івус Г.П., Зубкович С.О., Семергей-Чумаченко А.Б.
Одеський державний екологічний університет, Одеса, Україна

Statistical analysis of the surface wind speed over Eastern Ukraine in the changing climate

Galyna Ivus, Alina Semergey-Chumachenko, Svetlana Zubkovych
Odessa State Environmental University, Ukraine

Вступ

Початок нового століття знаменується зацікавленістю наукової спільноти кліматичними проблемами та усвідомленістю того факту, що земна кліматична система, будучи енергетично відкритою, може змінювати стан своєї термодинамічної рівноваги під впливом кліматоутворюючих факторів, чинників антропогенного походження та ін. Схід України - це розвинута промислова та густонаселена територія. Процеси урбанізації найбільших розмірів досягли в Донецькій, Дніпропетровській, Харківській та Луганській областях: із п'яти міст України з населенням більш одного мільйона - три знаходяться в цих областях - Донецьк, Дніпропетровськ і Харків (Клімат України, 2003). При розрахунках та прогнозуванні характеристик забруднення атмосфери в великих містах потрібно знати характеристики вітру (Сніжко С.І., Шевченко О.Г., 2008; Мещерська А.В., Гетман І.Ф. 2004, Борисенко М.М., Шевкунова Е.І., 2004). В Одеському державному екологічному університеті співробітниками кафедри теоретичної метеорології та метпрогнозів виконується наукова робота за темою «Парникові гази - кліматичні зміни; вплив на формування аномальних гідрометеорологічних явищ в Україні; моделювання та прогнозування», незначною частиною якої є наведені практичні результати досліджень режиму вітру у східних областях України.

Матеріали та методи дослідження

Вітер – універсальна фізична величина характеристики стану атмосфери; від швидкості та напрямку вітру залежить, у свою чергу, перенесення домішок в атмосфері, тому природно, що режиму або полю вітру приділена значна увага (Івус Г.П., Агайар Э.В., Мищенко Н.М., 2006; Івус Г.П., Семергей-Чумаченко А.Б., 1998; Врублевська А.А., Гордейчук О.П., Миротворская Н.К., Гребеновська Т.А., Фролова Ю.Н., 2001).

У представленому дослідженні розглядаються добові дані 8-ми строкових спостережень на 30 метеорологічних станціях Луганської, Донецької, Харківської та Дніпропетровської областей за період 1997-2007 рр. в холодну пору року (січень). Всього проаналізовано 76880 спостережень. Однією з вимог, яким повинна відповідати статистична сукупність, є однорідність її членів. Тому, приступаючи до розрахунків статистичних характеристик швидкості вітру, перш за все була проведена ретельна перевірка на однорідність членів ряду за допомогою критерію Стьюдента (Школьнік С.П., Гончарова Л.Д., 2007).

Результати дослідження та їх аналіз

Розглянемо статистичні характеристики швидкості вітру на досліджуваній території (рис. 1). Як відомо, за останні роки значно зменшилась швидкість вітру біля поверхні землі над більшою частиною Східної Європи в тому числі, і над Україною (Івус Г.П., Агайар Э.В., Єшану А.Е., 2007, 2007, Репетин Л.Н., 2007). Порівнюючи одержані дані з аналогічними характеристиками вітру за період 1961-1990 рр. (Клімат України, 2003), можна зробити висновок про загальну тенденцію зменшення середньорічної швидкості вітру і над територією східної України. Причинами зменшення швидкості вітру за останнє десятиріччя є збільшення

захищеності вітровимірюючих приладів на метеостанціях, зміна циркуляційних умов та пов'язаних з цим температур повітря.

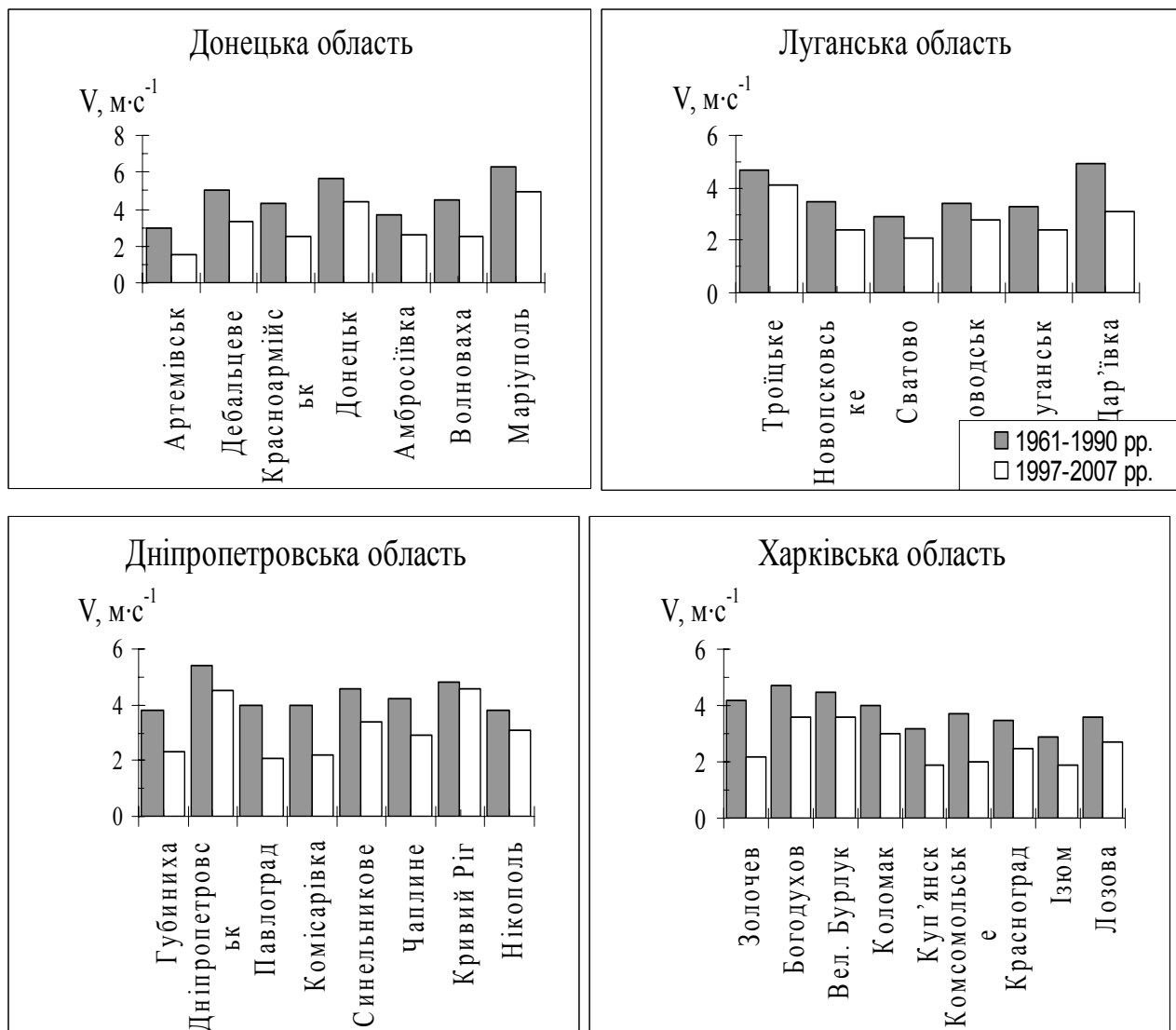


Рисунок 1. Діаграми порівняння середньодобової швидкості вітру над сходом України за періоди 1961-1990 та 1997-2007 рр.

При відсутності показників розподілу слід проводити аналіз метеорологічних величин, порівнювати їх між собою в різні сезони та в різних районах, і на підставі цього застосовувати опосередковані методи розрахунку показників дуже важко. Тому необхідно отримати значення головних статистичних показників розподілення метеорологічних величин: середніх (\bar{V}), середніх квадратичних відхилень (σ), коефіцієнтів асиметрії (A) та ексцесу (K).

Значення середніх квадратичних відхилень (σ) швидкості вітру біля поверхні землі мають статистичні похибки $0,1 \dots 0,3 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$. Як видно з табл. 1, швидкість вітру у січні на більшості станцій досить мінлива; середні квадратичні відхилення швидкості вітру знаходяться у межах $0,84 \dots 2,16 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$. На деяких станціях (Дар'ївка, Чаплине та ін.) величини σ близькі до значень середніх швидкостей вітру, що вказує на значну асиметрію розподілу швидкостей вітру.

В цілому, такий ансамбль середніх квадратичних відхилень свідчить про формування вітрового режиму над досліджуваною територією практично однаковими макроциркуляційними процесами, за винятком Дніпропетровської області (Гребенюк Н.П., Барабаш М.Б., 2004). Над трьома областями (Харківська, Луганська та Донецька) у січні основними атмос-

ферними процесами є антициклони. Особливо південно-східні (Клімат України, 2003). Тому мінливість швидкостей вітру тут менш ніж на території Дніпропетровської області.

Таблиця 1. Характеристики середньодобової швидкості вітру, розсіювання, асиметрії та ексцесу над сходом України у січні 1997-2007 рр.

Область	Пункти спостережень	\bar{V}_{1990}^{1961} , м·с ⁻¹	\bar{V}_{2007}^{1997} , м·с ⁻¹	ΔV , м·с ⁻¹	σ , м·с ⁻¹	A	K
Донецька	Артемівськ	3,0	1,5	-1,6	1,03	0,73	0,46
	Дебальцеве	5,0	3,3	-1,7	1,68	0,47	0,21
	Красноармійськ	4,3	2,5	-1,8	1,24	0,80	0,73
	Донецьк	5,7	4,4	-1,3	1,98	0,13	0,15
	Амбросіївка	3,7	2,6	-1,1	1,24	0,82	0,83
	Волноваха	4,5	2,5	-2,0	1,14	0,52	0,32
	Маріуполь	6,3	4,9	-1,4	2,16	0,64	0,37
Луганська	Троїцьке	4,7	4,1	-0,6	1,98	0,47	-0,09
	Новоковалівське	3,5	2,4	-1,1	1,61	1,10	1,45
	Сватово	2,9	2,1	-0,8	1,15	0,63	0,39
	Біловодськ	3,4	2,8	-0,6	1,49	0,65	0,37
	Луганськ	3,3	2,4	-0,9	1,29	0,52	0,04
	Дар'ївка	4,9	3,1	-1,8	2,07	1,67	3,46
Дніпропетровська	Губиниха	3,8	2,3	-1,5	1,94	1,33	2,28
	Дніпропетровськ	5,4	4,5	-0,9	2,11	0,10	-0,13
	Павлоград	4,0	2,1	-1,9	1,48	0,93	1,50
	Комісарівка	4,0	2,2	-1,9	1,60	0,78	0,41
	Синельникове	4,6	3,4	-1,2	2,04	0,75	0,51
	Чаплино	4,2	2,9	-1,3	2,35	1,64	2,68
	Кривий Ріг	4,8	4,6	-0,2	1,91	0,69	1,18
	Нікополь	3,8	3,1	-0,7	1,68	2,28	0,85
Харківська	Золочів	4,2	2,2	-2,0	1,12	0,95	1,17
	Богодухів	4,7	3,6	-1,1	1,61	0,73	0,68
	Великий Бурлук	4,5	3,6	-0,9	1,80	0,59	0,24
	Коломак	4,0	3,0	-1,0	1,34	0,68	0,45
	Куп'янськ	3,2	1,9	-1,3	1,31	0,87	0,68
	Комсомольське	3,7	2,0	-1,7	0,84	0,55	0,29
	Красноград	3,5	2,5	-1,0	1,13	0,63	0,62
	Ізюм	2,9	1,9	-1,0	1,19	0,70	0,53
	Лозова	3,6	2,7	-0,9	1,48	0,87	1,07

В Луганській області значну увагу викликає вітер на ст. Дар'ївка, яка знаходиться на знаходиться на найвищій точці Донецького кряжу (висота 200 м). Напевно, фізико-географічне положення цієї території обумовлює значні швидкості вітру (4,9 м·с⁻¹) у січні. Коефіцієнти A і K тут також значні (3,46 і 1,67, відносно), що свідчить про значну правобічність та гостровершинність кривої розподілу середньодобової швидкості вітру.

Розподіл вітру в 86,7 % випадків різко асиметричний (A > 0,5), тому що швидкість вітру часто має межу 0...1 м·с⁻¹. Значення коефіцієнтів асиметрії додатні і в 17 % перевищують

одиночку. Аналіз коефіцієнтів асиметрії та ексцесу по областях дає наступну картину (рис. 2).

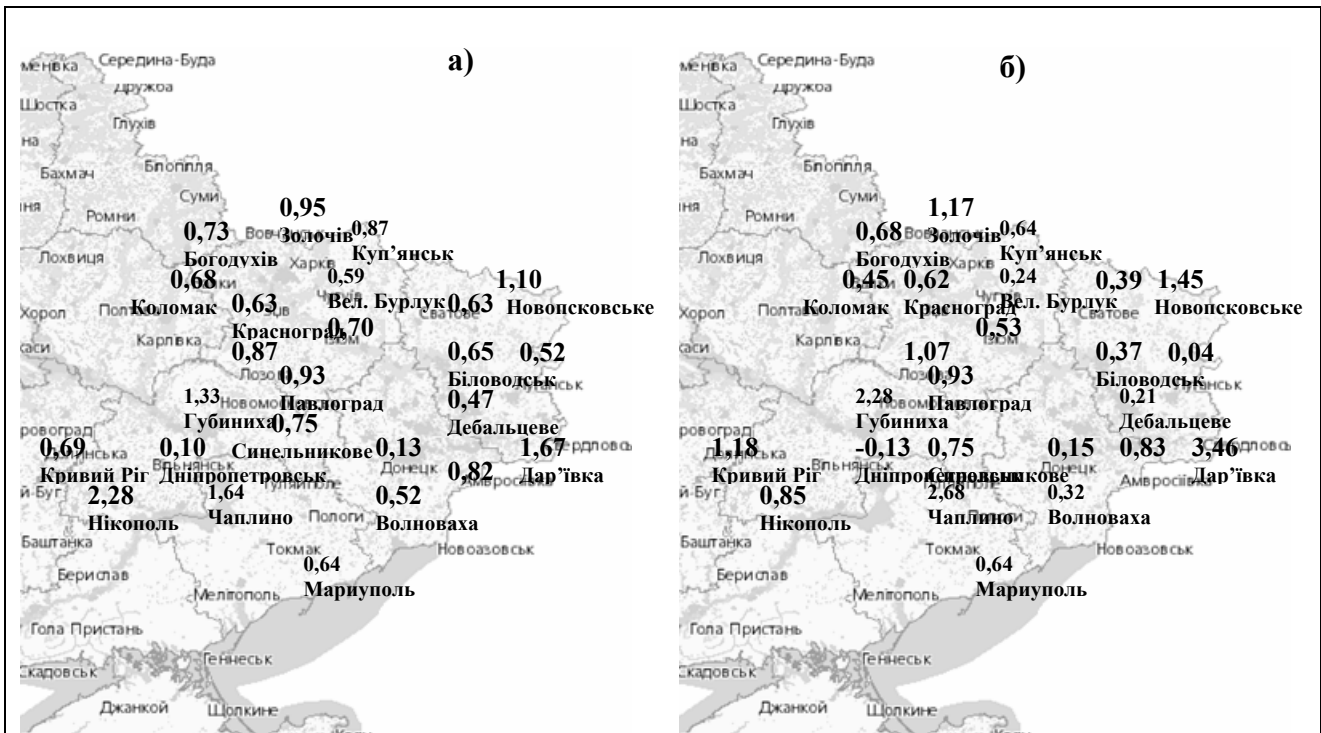


Рисунок 2. Розподіл коефіцієнтів асиметрії (а) та ексцесу (б) над сходом України за період 1997-2007 рр.

По Донецькій області асиметрія, в основному, надто правобічна, за винятком ст. Донецьк. Коефіцієнт ексцесу у 53,3 % випадків помірний ($0,5 \leq |K| \leq 1,0$) або значний ($|K| > 1,0$).

Розподіл швидкості вітру по метеостанціях Дніпропетровської області має також правобічну асиметрію, за винятком ст. Дніпропетровськ. Коефіцієнт ексцесу на шести метеостанціях із восьми більш ніж 0,5, що вказує на помірну та сильну гостровершинність кривої розподілу швидкості вітру.

Висновки

Наведений аналіз статистичних характеристик швидкості вітру вказує на те, що над всією територією Східної України відмічається зменшення швидкості вітру. Небезпечні з точки зору накопичення домішок штилі та слабкі вітри ($< 3 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$) мають найбільшу повторюваність на ст. Артемівськ (Донецької області), Сватово (Луганської області) та Ізюм (Харківської області).

Статистичні характеристики поля швидкості для міст-мільйонників близькі. Розподіл рядів середньої швидкості вітру в холодний період року має правобічну скошеність та помірну і сильну гостровершинність.

Таким чином, застосування нормального закону для вирівнювання розподілу швидкості вітру на більшості станцій Східної України недоцільно. Очевидно, отримані характеристики є типовими для метеостанцій, які розміщені в рівнинних та піднесено-рівнинних континентальних районах.

Список використаної літератури

- Ивус, Г.П., Агайар, Э.В., Мищенко, Н.М. 2006. Статистические характеристики скорости ветра в районе Одессы. *Культура народов Причерноморья* 67: 21-24.
- Ивус, Г.П., Агайар, Э.В., Ешану, А.Е. 2007. Термические и циркуляционные условия в прибрежной зоне северо-западного Причерноморья на рубеже XXI века, в: *Тези доповідей другої міжнародної науково-технічної конференції „Навколишнє природне середовище – 2007: актуальні проблеми екології та гідрометеорології; інтеграції освіти і науки”*. Одеса: ТЕС. с. 157-158.
- Ивус, Г.П., Агайар, Э.В., Ешану, А.Е. 2007. Особенности температурно-ветрового режима в районе Одессы на рубеже XXI века. *Причерноморський екологічний бюлетень* 24: 181-190.
- Ивус, Г.П., Семергей-Чумаченко, А.Б. 1998. Некоторые параметры аномальных метеорологических условий над Причерноморьем. *Метеорология, климатология и гидрология* 35: 113-121.
- Ліпінський, В.М., Дячук, В.А., Бабіченко, В.М. (за ред.) 2003. *Клімат України*. Київ: Видавництво Раєвського. 343 с.
- Врублевская, А.А., Гордейчук, О.П., Миротворская, Н.К., Гребеновская, Т.А., Фролова, Ю.Н. 2001. Статистическая оценка поля ветра на территории Украины. *Метеорология, климатология та гідрологія* 44: 9-16.
- Репетин, Л.Н. 2007. Климатические изменения ветрового режима северного побережья Черного моря, в: *Тези доповідей II міжнародної науково-технічної конф. „Навколишнє природне середовище – 2007: актуальні проблеми екології та гідрометеорології; інтеграції освіти і науки”*. Одеса: ТЕС. с. 173-174.
- Сніжко, С.І., Шевченко, О.Г. 2008. Вплив напрямку та швидкості вітру на рівень забруднення атмосферного повітря міста Київ. *Український гідрометеорологічний журнал* 3: 33-48.
- Гребенюк, Н.П., Барабаш, М.Б. 2004. Про зміни температури повітря в містах України у процесі урбанізації. *Труди УкрНДГМІ* 253:148-154.
- Мещерська, А.В., Гетман, И.Ф. 2004. Мониторинг скорости ветра на водосборе Волги и Урала в XX веке. *Метеорология и гидрология* 3: 83-97.
- Школьний, Є.П., Гончарова, Л.Д. 2007. *Методи обробки та аналізу гідрометеорологічної інформації (збірник задач і вправ)*. Одеса: Екологія. 458 с.