

С.В. Краковская, Н.В. Гнатюк, Т.Н. Шпиталь, Л.В. Паламарчук

S.V. Krakovska, N.V. Gnatiuk, T.M. Shpytal, L.V. Palamarchuk

Проекції змін температури повітря за даними ансамблю регіональних кліматических моделей в регіонах України в XXI столітті

Projections of surface air temperature changes based on data of regional climate models' ensemble in the regions of Ukraine in the 21st century

Приведены и проанализированы проекции изменений, абсолютные значения и доверительные интервалы средних месячных, сезонных и годовых температур воздуха для трех 20-летних периодов в XXI в. для всей территории Украины и отдельно для 5-ти выделенных регионов. Все характеристики рассчитаны по определенному оптимальному ансамблю из 10 региональных климатических моделей европейского проекта ENSEMBLES, сценарий A1B по номенклатуре IPCC.

Projection, confidence intervals of mean monthly, seasonal and annual surface air temperatures (changes and absolute values) are presented and analyzed for three 20-year periods in the 21st century for the whole territory of Ukraine and separately for five selected regions. All characteristics are calculated on the determined optimal ensemble of 10 regional climate models from European FP-6 project ENSEMBLES designed for IPCC scenario A1B.

Ключевые слова: температура воздуха, ансамблевое моделирование, изменения климата, региональные климатические модели, ENSEMBLES.

Keywords: surface air temperature, ensemble modeling, climate change, regional climate models, ENSEMBLES.

УДК 551.515:551.58

Ю.О. Базалєва, В.О. Балабух

ПОВТОРЮВАНІСТЬ, ТРИВАЛІСТЬ ТА ІНТЕНСИВНІСТЬ БЛОКУВАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ, ЩО ЗУМОВЛЮЮТЬ АНОМАЛЬНІ ПОГОДНІ УМОВИ В УКРАЇНІ

Досліджено повторюваність, тривалість та інтенсивність блокувань західного перенесення повітряних мас у тропосфері, що зумовлювали аномальні погодні умови в Україні в період з 1979 по 2013 рр. Наведено характерні риси цих процесів, їх зміну протягом останніх десятиліть, значущість, достовірність, частку невизначеності цих змін та їхні особливості щодо блокувальних процесів, які спостерігали в Євроатлантичному секторі північної півкулі.

Ключові слова: циркуляція атмосфери, блокувальні процеси, аномальні погодні умови, зміни клімату.

Вступ

Дослідження механізмів формування та зміни аномальної циркуляції атмосфери та їхніх наслідків є одним із найактуальніших і складних завдань сучасної синоптичної та динамічної метеорології. Серед цих процесів особливе місце посідає блокування західного перенесення повітряних мас у тропосфері, що належить до основних форм меридіональної циркуляції атмосфери, зберігається тривалий час і зумовлює великі аномалії метеорологічних величин та значну кількість небезпечних і стихійних явищ погоди (тривалі періоди з високою та низькою температурою повітря, з дощем та посухою, сильні вітри, хуртовини тощо). Протягом останніх десятиріч

у позатропічних широтах північної півкулі відмічено тенденцію до збільшення загальної кількості та тривалості блокувальних процесів, що пов'язано з глобальним потеплінням клімату [1]. Такі зміни зумовили збільшення кількості небезпечних явищ погоди та аномалій метеорологічних характеристик у багатьох регіонах планети. У зв'язку з чим блокування західного перенесення повітряних мас, їхніх регіональних особливостей та наслідків є актуальним завданням як для розуміння процесів, що спостерігаються в кліматичній системі, так і для їх прогнозування з різною завчасністю.

Мета цієї роботи – дослідити повторюваність, тривалість та інтенсивність блокувальних проце-

сів, що зумовлюють аномальні погодні умови в Україні, їх сезонні та міжрічні особливості, зміну в сучасний кліматичний період, значущість, достовірність та частку невизначеності цих змін.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Крупномасштабні планетарні хвилі в атмосфері та їх довготривале стаціонування почало привертати увагу вчених досить давно. Механізми формування та причини стаціонування потужних хвиль виявились одним з найскладніших завдань метеорології. Першим на розвиток такого процесу звернув увагу Е. Герріот [2]. Ж. Наміас в 1947 та 1949 рр. вивчав синоптичну ситуацію, за якої зональне перенесення повітряних мас щозими затримується на 4-6 тижнів, а потім знову поновлюється. У своїх дослідженнях він дійшов висновку, що причиною таких порушень є блокувальні хвилі з їх потужними, глибокими й меридіональними складовими. Такий тип циркуляції пов'язаний із масштабним теплообміном повітря між полярними та екваторіальними широтами [3].

Для оцінки інтенсивності та тривалості блокування К. Росбі, Б. Болін та Д. Рекс [4, 5] пропонували кількісні характеристики, які є об'єктивними для опису блокувального процесу (блокінгу). Одним із найпоширеніших критеріїв для оцінки інтенсивності й тривалості блокінгу є запропонований С. Тібальді та Ф. Монтені індекс (ТМ), який дозволяє розрахувати градієнти геопотенціальної висоти уздовж певного відтинку меридіану [6]. Г. Ль'енас і Г. Окланд [7] ввели зональні індекси для оцінки характеристик блокувальних ситуацій в Атлантичному та Тихоокеанському секторах північній півкулі.

Останнім часом учені зосереджують увагу на дослідженні наслідків блокувальних процесів, особливо після рекордного блокування 2010 р. з екстремальною тривалістю (близько 55 діб) на півночі європейської території Росії, що мало характер крупномасштабного природного лиха з катастрофічними наслідками для багатьох країн Євразійського континенту [11].

Матеріали й методи дослідження

Дослідження кількісних характеристик блокувальних процесів, що зумовлюють аномальні погодні умови в Україні, проводили за даними висоти геопотенціалу 500 гПа реаналізу ERA-Interim ECMWF у вузлах сітки з кроком $1,5^\circ$ з 1979 по 2013 рр. в Євроатлантичному секторі північної півкулі (від 0° до 60° сх. д. та від $29,5^\circ$ до 70° пн. ш).

Алгоритм об'єктивної ідентифікації блоку-

вання передбачає використання аномалії висоти геопотенціалу Н500 (відхилення висоти геопотенціалу Н500 від середніх багаторічних значень у вузлах регулярної сітки) та різниці висоти геопотенціалу Н500 між 40° та 60° пн. ш. Ці індекси дозволяють виявити епізоди секторного та локального блокування. Блокування в точці ідентифікується за умови, коли додатні аномалії лапласіана геопотенціалу перевищують граничне значення і зберігаються не менше ніж 5 днів підряд. За тривалості понад 10 днів допускається до 2 днів перерви. За граничне значення прийнято стандартне відхилення величини висоти геопотенціалу Н500. Різницю висоти геопотенціалу Н500 між 40° та 60° пн. ш обчислювали за індексом Льенаса-Окланда [7]:

$$LO(\varphi) = H_{500}(40^\circ) - H_{500}(60^\circ). \quad (1)$$

Вважається, що на довготі φ є блокування, коли виконується умова $LO(\varphi) < 150$ гпм.

Для кожного випадку блокування у вузлах регулярної сітки визначали індивідуальні характеристики, основними з яких є тривалість та інтенсивність блокування, значення індексу LO та його географічні координати. Інтенсивність блокування визначали за допомогою індексу ВІ (Blocking intensity), що використовується для кількісної оцінки мінливості висоти геопотенціалу Н500 та визначення потужності зонального потоку щодо меридіонального в області блокування [9]. Значення ВІ обчислювали шляхом нормалізації центрального максимального значення висоти геопотенціалу щодо двох мінімальних значень у замкнутій області або на осі гребеня на тій же широті, де спостерігається блокування, за формулою:

$$BI = 100 \left[\left(\frac{MZ}{RC} \right) - 1,0 \right], \quad (2)$$

де MZ – максимальне значення геопотенціалу на 500 гПа в замкнутій антициклональній області або на осі гребеня;

$$RC = \frac{\frac{(Z_u + MZ)}{2} + \frac{(Z_d + MZ)}{2}}{2}, \quad (3)$$

де Z_u та Z_d – мінімальні значення геопотенціалу на 500 гПа на осі улоговини за і проти потоку щодо центру блокування.

Значення індексу ВІ коливається в межах від 1 до 10. Якщо $BI \leq 2,0$ – відмічається слабка інтенсивність блокування, $2,0 \leq BI < 4,3$ – помірна, $BI \geq 4,3$ – потужна [9].

Отримані кількісні характеристики блоку-

вальних процесів, що зумовлювали аномальні погодні умови в Україні (значні добові аномалії температури повітря, чималу кількість опадів, сильний вітер), порівнювали з даними про блокувальні процеси, що спостерігали в атлантичному та континентальному регіонах Євroatлантичного сектора північної півкулі, який відповідає першому природно-синоптичному регіону за класифікацією Всесвітньої метеорологічної організації. Дані отримано з архіву блокувальних процесів північної та південної півкулі [8]. Такий аналіз дозволив виявити особливості прояву блокувальних процесів в Україні.

У роботі проведено статистичну оцінку зміни в часі основних характеристик блокувальних процесів (повторюваності, тривалості та інтенсивності). Було визначено форму та напрям тренду часового ряду за допомогою регресійного аналізу та оцінено його статистичну значимість (p). Ураховуючи рекомендації МГЕЗК [10] для оцінки частки невизначеності зміни характеристик блокувальних процесів, використано такі критерії: практично не викликає сумнівів ($p \leq 0,01$, ймовірність 99-100 %); дуже ймовірно ($0,01 < p \leq 0,1$, ймовірність 90-99 %); ймовірно ($0,1 < p \leq 0,34$, ймовірність 66-90 %); приблизно так само ймовірно, як і ні ($0,34 < p \leq 0,67$, ймовірність 33-66 %); малоімовірно ($0,67 < p \leq 0,90$, ймовірність 10-33 %); дуже малоімовірно ($0,90 < p \leq 0,99$, ймовірність 1-10 %); виключно малоімовірно ($p > 0,99$, ймовірність 0-1 %).

Результати дослідження

Проведений аналіз блокувальних процесів у атлантичному та континентальному регіонах Євroatлантичного сектора північної півкулі показав, що в північній Атлантиці за рік виникає близько 13 блокувальних антициклонів. Важливою характеристикою блокувальних процесів є тривалість їх, оскільки від тривалості процесу залежить, наскільки довго може встановлюватись аномальний тип погоди над певним регіоном. Середня тривалість блокування в цьому секторі сягає 9 днів, а максимальна – близько трьох тижнів (18 днів). На континентальній частині регіону блокувальних процесів буває вдвічі менше (6 випадків на рік). Вони мають меншу тривалість та інтенсивність, ніж в Атлантиці (табл. 1).

Аналіз сезонних особливостей блокувальних процесів на території першого природно-синоптичного регіону показав, що особливо відчутна перевага атлантичних блоків взимку та восени. Проте влітку, особливо в липні, блокувальні процеси переважають над континентом (рис. 1).

Таблиця 1

Характеристика блокувальних процесів атлантичного та континентального регіонів Євroatлантичного сектора північної півкулі

Регіон	Кількість блокувальних процесів за рік	Тривалість блокування, дні		Інтенсивність блокування (ВІ)	
		середня	максимальна	середня	максимальна
атлантичний	13	9	18	3,3	5,0
континентальний	7	8	14	2,6	3,7

Блокувальні процеси над Атлантикою мають більшу тривалість (як середню, так і максимальну), ніж над континентом. Ця тенденція характерна для всього року, за винятком літа. Улітку блокування над континентом триваліше (може сягати понад 10 днів), особливо в липні та серпні. Установлено, що в холодний період тривалість блокування в континентальному регіоні суттєво зменшується, а в атлантичному – зростає. При цьому взимку над Атлантикою блокувальні процеси мають таку ж тривалість, як і влітку над континентом (рис. 2, табл. 1).

Аналіз інтенсивності блокувальних процесів показав, що в Євroatлантичному секторі північної півкулі спостерігаються переважно процеси помірної інтенсивності ($2,0 \leq \text{ВІ} < 4,3$). А над Атлантикою блокування західного перенесення повітряних мас у тропосфері інтенсивніше, ніж над континентом, особливо в холодний період (рис. 3).

Таку залежність відмічено протягом усього року, проте взимку інтенсивність блокування вдвічі більша, ніж улітку.

Блокування західного перенесення належить до меридіонального типу циркуляції атмосфери. Протягом останніх десятиріч у північній півкулі відмічено суттєві зміни атмосферної циркуляції, які полягають у збільшенні її меридіональної складової. Ці зміни й зумовили значною мірою зростання кількості та інтенсивності екстремальних явищ погоди [1].

Проведений аналіз міжрічної мінливості повторюваності блокувальних процесів у Євroatлантичному секторі північної півкулі підтвердив висновки про збільшення їхньої повторюваності, отримані у [8]. Ці зміни характерні як для атлантичного, так і континентального регіону. Їх відмічено протягом усього року, але над континентом їхня швидкість майже вдвічі більша.

Аналіз частки невизначеності виявлених змін показав, що над континентом *практично не викликає сумнівів* збільшення повторюваності блоків взимку, навесні та влітку і *ймовірно*

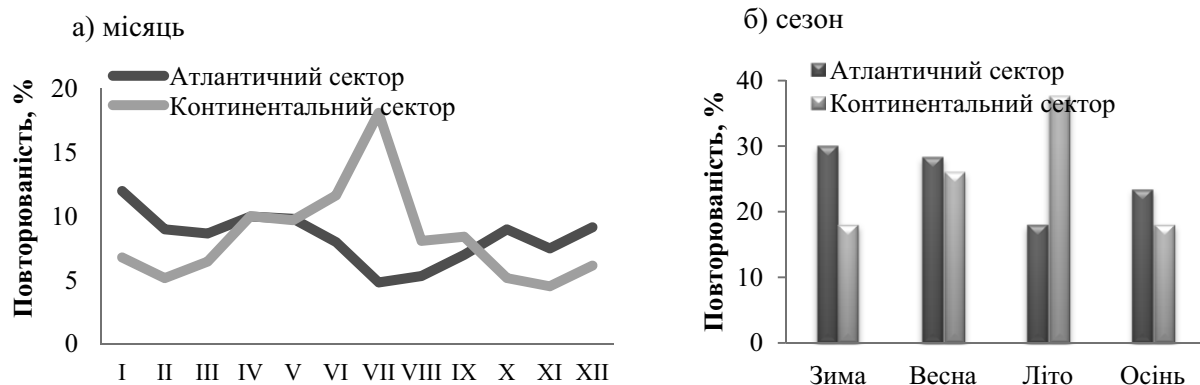


Рис. 1. Особливості повторюваності (%) блокувальних процесів в атлантичному та континентальному регіонах Євроатлантичного сектора північної півкулі впродовж року та в окремі сезони

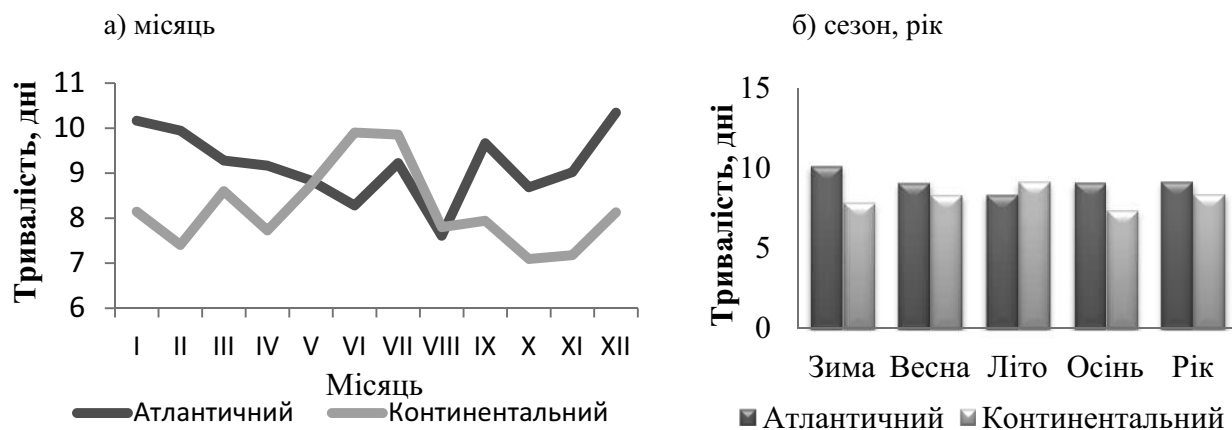


Рис. 2. Середня тривалість блокувальних процесів в атлантичному та континентальному регіонах Євроатлантичного сектора північної півкулі впродовж року та в окремі сезони

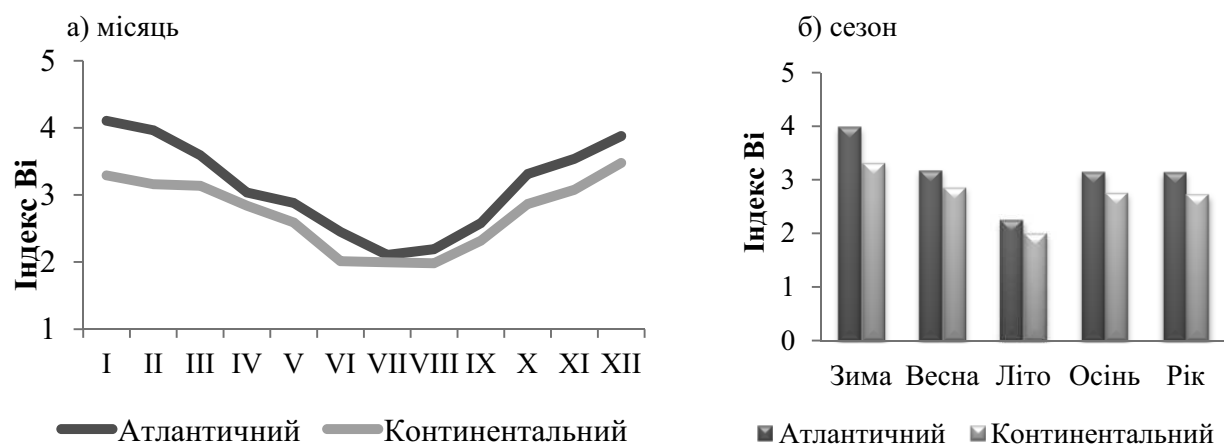


Рис. 3. Середня інтенсивність блокувальних процесів в атлантичному та континентальному регіонах Євроатлантичного сектора північної півкулі впродовж року та в окремі сезони

їх зростання – восени, тоді як над Атлантикою навесні ці зміни несуттєві ($p = 0,562$), а в інші сезони – ймовірні (табл. 2).

Таблиця 2

Коефіцієнти лінійних трендів (λ) та значимість тренду (p) зміни повторюваності, тривалості та інтенсивності блокувальних процесів в атлантичному та континентальному регіоні Євroatлантичного сектора північної півкулі в сучасний кліматичний період

Сезон, рік	Атлантичний регіон		Континентальний регіон	
	λ	p	λ	p
Повторюваність блокувальних процесів				
зима	0,029	0,162	0,043	0,002
весна	0,012	0,562	0,063	0,001
літо	0,028	0,108	0,060	0,001
осінь	0,021	0,286	0,012	0,327
рік	0,090	0,009	0,178	0,000
Тривалість блокувальних процесів				
зима	0,055	0,187	-0,014	0,749
весна	0,084	0,023	0,062	0,197
літо	0,148	0,002	0,034	0,298
осінь	0,133	0,013	-0,073	0,099
рік	0,090	0,000	0,016	0,393
Інтенсивність блокувальних процесів				
зима	-0,0001	0,665	-0,0093	0,300
весна	-0,0003	0,096	-0,0153	0,009
літо	0,0001	0,818	0,0002	0,470
осінь	-0,0001	0,646	-0,0134	0,214
рік	-0,011	0,010	-0,005	0,272

Проведений аналіз міжрічної мінливості тривалості блокувальних процесів у Євroatлантичному секторі північної півкулі показав, що впродовж останніх десятиріч відмічено збільшення середньої тривалості блокування впродовж усього року в атлантичному регіоні, а навесні та влітку – в континентальному. Узимку та восени тривалість блокування над континентом зменшується. До того ж восени ця тенденція *дуже ймовірна*, а взимку – *малоймовірна* (табл. 2). *Практично не викликає сумнівів зростання тривалості блокування в атлантичному регіоні влітку (1-2 дні за 10 років), дуже ймовірно їх збільшення навесні та восени (1-2 дні за 10 років) та ймовірно взимку. Ймовірно також збільшення тривалості блокування над континентом навесні та влітку (табл. 2).*

На відміну від повторюваності та тривалості, інтенсивність блокування зменшується як в Атлантиці, так і над континентом упродовж усього року, за винятком літа. Найсуттєвіші зміни відмічено в континентальному регіоні. *Практично не викликає сумнівів зменшення їхньої інтенсивності в цьому регіоні навесні і ймовірно восени та взим-*

ку. Над Атлантикою лише весною інтенсивність блокування в сучасний кліматичний період *дуже ймовірно* зменшується, а в інші сезони ці зміни несуттєві (табл. 2).

Дослідження блокувальних процесів, які зумовлюють аномальні погодні умови в Україні, показали, що в середньому за рік відмічено сім випадків таких процесів. Така кількість відповідає повторюваності блокувальних процесів над континентальним регіоном Євroatлантичного сектора північної півкулі (табл. 1). Тобто, усі блокувальні процеси в цьому регіоні впливають на погоду в Україні та зумовлюють на її території екстремальні явища погоди.

Протягом року середня за сезон кількість блокувальних процесів суттєво не змінюється і становить 1-2 випадки. Як видно з рис. 1 та 4, блокувальні процеси переважають у весняно-літній період, одночасно для процесів, що зумовлюють аномальні погодні умови в Україні, характерна більша повторюваність їх навесні, тоді як у континентальному регіоні Євroatлантичного сектора північної півкулі їх максимум відмічено влітку. Узимку та восени таких процесів буває дещо менше. При цьому для блокінгів, що зумовлюють аномальні погодні умови в Україні, характерна більша повторюваність узимку, особливо в січні. Максимальна за сезон кількість небезпечних для України блокувальних процесів може сягати 4-6 випадків (рис. 4).

Середня за сезон тривалість блокувальних процесів, що зумовлюють аномальні погодні умови в Україні, є дещо вищою, ніж загалом над європейською частиною континенту і коливається від 6 днів восени до 10 днів і більше влітку. Найтриваліші процеси блокування відмічено в літні та весняні місяці, особливо в липні, травні та серпні, коли їхня максимальна тривалість може сягати близько місяця (25-30 днів) – рис. 5. Узимку блокувальний процес у середньому також триває близько 9 днів, проте максимальна тривалість дещо менша, ніж улітку та навесні – 18 днів. Винятком є січень. У цьому місяці відмічено значну кількість блокувальних процесів, максимальна тривалість яких 25 і більше днів (рис. 5).

Блокувальні процеси, що зумовлюють аномальні погодні умови в Україні, мають помірну інтенсивність, як і процеси в Євroatлантичному секторі північної півкулі. Проте їхня інтенсивність протягом усього року значно менша, ніж загалом над континентом та особливо над Атлантикою (рис. 3, 6). Найінтенсивнішим блокуванням буває взимку: середнє за сезон значення індексу ВІ – 3,2, а максимальне – 5,5. У цей період хоча

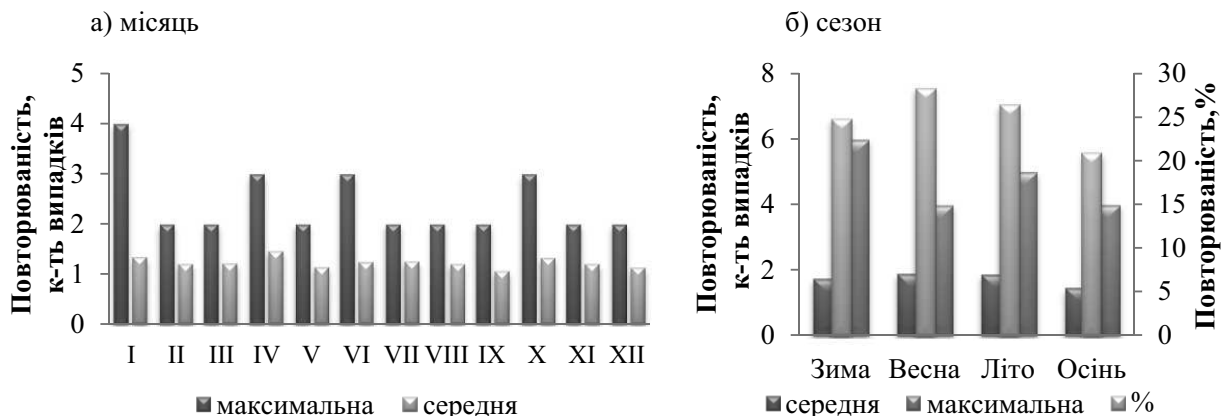


Рис. 4. Сезонні особливості повторюваності блокувальних процесів, що зумовлюють аномальні погодні умови в Україні

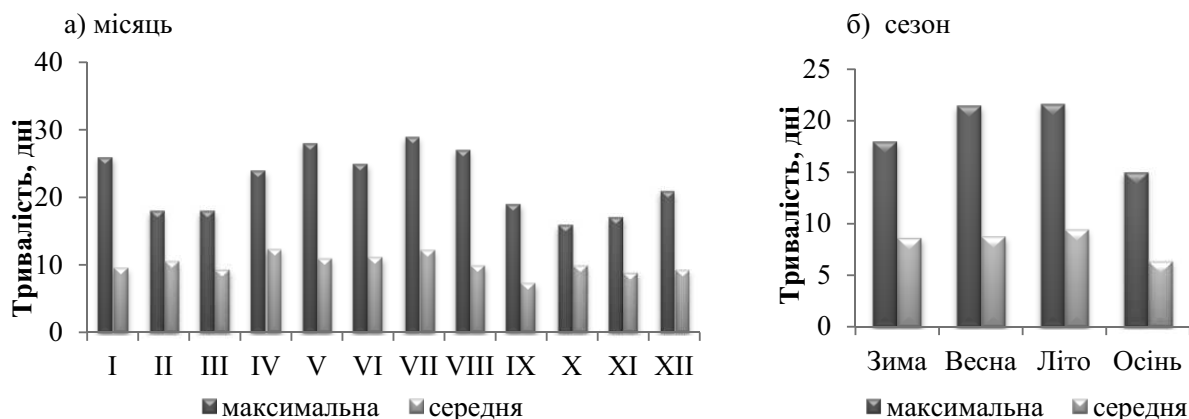


Рис. 5. Сезонні особливості тривалості блокувальних процесів, що зумовлюють аномальні погодні умови в Україні

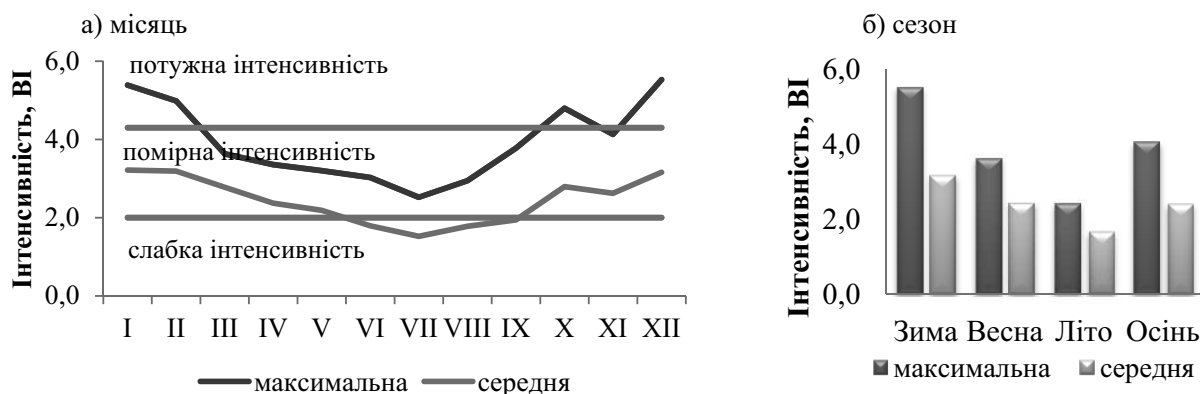


Рис. 6. Сезонні особливості інтенсивності блокувальних процесів, що зумовлюють аномальні погодні умови в Україні

й переважають процеси помірної інтенсивності, проте, як свідчать максимальні значення індексу ВІ, можуть бути й потужні процеси, передусім у грудні та січні (рис. 6). У теплий період інтенсивність блокування зменшується і влітку переважають процеси слабкої інтенсивності – середнє за сезон значення індексу ВІ – 1,7. У липні відмічено найменшу інтенсивність блокування (рис. 6). Восени інтенсивність блокувальних процесів зростає, проте в листопаді може бути деяке їх зниження.

Аналіз багаторічної мінливості кількісних характеристик блокувальних процесів, що зумовлюють аномальні погодні умови в Україні, показав, що в сучасний кліматичний період дуже ймовірно зменшення їхньої середньої за рік тривалості та повторюваності (94 та 98 % відповідно), проте інтенсивність процесів суттєво не змінюється ($p = 0,65$). Одночасно, як зазначалось вище, над Атлантикою та Європейською частиною континенту середня за рік повторюваність та тривалість процесів зростає, а їхня інтенсивність зменшується (табл. 2, 3).

Установлено, що зменшення тривалості небезпечних для України блокувальних процесів (у середньому 1 день за 10 років) відмічається протягом усього року. Ймовірність цих змін коливається від 85 % узимку та влітку, до 67 % – навесні.

Таблиця 3

Коефіцієнти лінійних трендів (λ) та значимість тренду (p) зміни повторюваності, тривалості та інтенсивності блокувальних процесів, що зумовлюють аномальні погодні умови в Україні в сучасний кліматичний період

Сезон	Повторюваність		Тривалість		Інтенсивність	
	λ	p	λ	p	λ	P
зима	0,002	0,915	-0,124	0,151	-0,010	0,171
весна	-0,009	0,685	-0,091	0,326	0,005	0,625
літо	-0,054	0,008	-0,137	0,151	-0,010	0,354
осінь	-0,051	0,007	-0,115	0,130	-0,006	0,714
рік	-0,103	0,057	-0,117	0,013	0,003	0,650

Кількість небезпечних блокувальних процесів зменшується протягом усього року, за винятком зими, проте суттєві зміни повторюваності блокування спостерігаються лише влітку та восени. У цей період зменшення кількості таких процесів практично не викликає сумнівів, а його ймовірність сягає 99 % (табл. 3).

Аналіз сезонних особливостей зміни інтенсивності небезпечних блокувальних процесів показав, що хоча за рік вона змінюється несут-

тєво, проте взимку та влітку інтенсивність цих процесів ймовірно зменшується: $p = 0,17$ та $0,35$ відповідно (табл. 3).

Висновки та перспектива подальшого дослідження

Блокувальні процеси в Євроатлантичному секторі північної півкулі впливають на погоду в Україні та зумовлюють на її території аномальні погодні умови. Найнебезпечнішими для України є процеси, які формуються над європейською частиною континенту. Блокувальні процеси, що зумовлюють аномальні погодні умови в Україні, мають деякі особливості, зокрема: більшу повторюваність навесні, тоді як над європейською частиною континенту їх максимум відмічено влітку; більшу тривалість та меншу інтенсивність.

У сучасний кліматичний період спостерігаються суттєві зміни блокування західного перенесення повітряних мас в Євроатлантичному секторі північної півкулі: середня за рік кількість та тривалість блокувальних процесів зростає, а інтенсивність їх зменшується. Ці зміни мають сезонні особливості, які найбільше виражені над континентальною частиною регіону. Для блокувальних процесів, що зумовлюють аномальні погодні умови в Україні, характерні дещо інші тенденції: дуже ймовірно зменшення їхньої середньої за рік тривалості та повторюваності, проте інтенсивність процесів суттєво не змінюється.

Перспектива подальшого дослідження полягає у виявленні внеску блокувальних процесів у повторюваність та інтенсивність екстремальних та небезпечних явищ погоди, його регіональних та сезонних особливостей, зміни в сучасний кліматичний період. Дуже важливим є дослідження умов формування й руйнування блокувальних процесів, оцінка їх масштабу та просторової локалізації, розробка методик прогнозу з різною завчасністю.

* *

1. Anomalous atmospheric flows and blocking / [A. Wiin-Nielsen, M. Randall, H. Schilling and others]; edited by Barry Saltzman. – Florida: Academic Press Inc, 1986. – 477 p. – (Geophysics; vol. 29)
2. *Garriott E.* Long-range forecasts / E. Garriott. – Washington: Government Printing Office, 1904. – 102 p. – (Bulletin / U.S. Department of Agriculture. Weather Bureau; №. 35).
3. *Namias J.* Confluence theory of the high tropospheric jet stream / J. Namias, F. Clapp. // *J. Meteorology.* – 1949. – № 6. – С. 330-336.
4. *Berggren R.* An aerological study of zonal motion, its perturbations and break-down / R. Berggren, B. Bolin, C. Rossby // *Tellus.* – vol.1, №2. – P. 14-37.
5. *Rex D.* Blocking Action in the Middle Troposphere

- and its Effect upon Regional Climate:part I / D. Rex // Tellus. – 1950. – Vol. 2, №2. – P. 196-211
6. Tibaldi S. On the operational predictability of blocking / S. Tibaldi, F. Molteni // Tellus. – 1990. – 42A. – P. 343-365.
 7. Lejenas H. Characteristics of northern hemisphere blocking as determined from a long time series of observational data / H. Lejenas, H. Okland // Tellus. – 1983. – 35A. – P. 350-362.
 8. Global climate change group 2012. Archive or log of Northern and Southern Hemisphere Blocking Dr. Anthony R. Lupo. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL [http:// solberg.snr.missouri.edu/gcc/](http://solberg.snr.missouri.edu/gcc/). – Назва з екрана.
 9. The climatology of blocking anticyclones for the Northern and Southern Hemispheres: Block intensity as a diagnostic / J.M. Wiedenmann, A.R. Lupo, I.I. Mokhov [et al.] // J. Climate. – 2002. – V. 15. – № 23. – P. 3459-3473.
 10. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. IPCC Working Group I Contribution to AR5 [Електронний ресурс]: Approved Summary for Policymakers – Режим доступу: <http://www.climate2013.org/srm>. – Назва з екрана.
 11. Шакина Н.П. Блокирование: условия лета 2010 года в контексте современных знаний / Н.П. Шакина, А.Р. Иванова, Б.А. Бирман [и др.] // Анализ условий аномальной погоды на территории России летом 2010 года / Н.П. Шакина, А.Р. Иванова, Б.А. Бирман. – М.: ТРИАДА ЛТД, 2011. – С. 6-22.

Український гідрометеорологічний інститут, Київ

Ю.А. Базалеева, В.А. Балабух

Повторяемость, продолжительность и интенсивность блокирующих процессов, обуславливающих аномальные условия погоды в Украине

Исследованы повторяемость, продолжительность и интенсивность блокирований западного переноса воздушных масс в тропосфере, которые наблюдались в период с 1979 по 2013 гг. и обуславливали аномальные условия погоды в Украине. Выявлены характерные черты этих процессов, их изменение в течении последних десятилетий, значимость, достоверность и доля неопределенности этих изменений, их особенности относительно блокирующих процессов, которые наблюдались в Евроатлантическом секторе северного полушария.

Ключевые слова: циркуляция атмосферы, блокирующие процессы, аномальные условия погоды, изменения климата.

I. Bazalieieva, V. Balabukh

Frequency, duration and intensity of the blocking processes, which causes anomal weather conditions in Ukraine

Frequency, duration and intensity of the blocking, which leads to the anomalous weather conditions in Ukraine in present climatic period (1979-2013) are researched. Here are shown the characteristics of these processes, their change during the last decades, significance, credibility and the percent uncertainty of these changes and their features relatively the blocking processes that were observed in the Euro-Atlantic sector of the Northern Hemisphere.

Keywords: atmospheric circulation, blocking processes, anomalous weather conditions, climate change.

УДК 551.524.36

С.В. Клок, Я.В. Красюкова

ПРОСТОРОВО - ЧАСОВІ ЗМІНИ МІНІМАЛЬНОЇ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ НА СУЧАСНОМУ ЕТАПІ

За результатами аналізу даних спостережень на 186 метеорологічних станціях виявлено просторово-часові зміни мінімальної температури повітря на території України протягом 1991-2013 рр.

Ключові слова: глобальна зміна клімату, характеристики погоди, мінімальна температура, градації температури, повторюваність.

Вступ

Упродовж останніх десятиліть глобальні зміни температурного режиму спостерігаються майже скрізь на земній кулі: найінтенсивніші з них — у Південній півкулі [1, 2, 4, 5]. Глобальні зміни є інтегральним показником регіональних змін клімату, тому вкрай важливо виявлення кліма-

тичних тенденцій на регіональному рівні. Адже саме під час аналізу регіонального клімату наслідки потепління проявляються особливо чітко. Перспективність такого підходу під час виявлення характеру змін як вихідного поля температури повітря, так і його складових очевидна [3, 4].

Тривалий час оцінка зміни клімату ґрунту-