

15. Визначення актуальних екологічних параметрів Дніпровських водосховищ за допомогою геоінформаційних технологій / А. Г. Шапар, О. О. Скрипник, О. С. Тараненко, Д. Д. Дубовик // *Екологія і природокористування*. – 2014. – Вип. 18. – С. 139-146.
16. Craig, R. Smith et al (2006) A synthesis of benthic-pelagic coupling on the Antarctic shelf: Food banks, ecosystem inertia and global climate change // *Deep-Sea Research II* 53, 875–894 p.
17. Distribution and environmental relationships of three species of wolffish (*Anarhichas* spp.) in the Gulf of St. Lawrence. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. // J. Dutil, S Proulx, P. Chouinard, etc. – 2014. – 24(3). – P. 351-368. doi:10.1002/aqc.2370
18. Murphy, E. J. et al. Developing integrated models of Southern Ocean food webs: Including ecological complexity, accounting for uncertainty and the importance of scale // *Progress in Oceanography*. – 2012. – 102. – P. 74–92.
19. Olivier, Musard et al. *Underwater Seascapes: From Geographical to Ecological Perspectives* // Springer. – 2014. – P. 293.
20. Malaysia airlines flight MH370 search data reveal geomorphology and seafloor processes in the remote southeast Indian Ocean / K. Picard, B. P. Brooke, P. T. Harris, etc. // *Marine Geology*. – 2017. – P. 395, 301-319. doi:10.1016/j.margeo.2017.10.014
21. Stefanie, Kaiser et al. Is there a distinct continental slope fauna in the Antarctic? // *Deep-Sea Research II* 58. – 2011. – P. 91–104.
22. Utevsky, A. Yu. Development of the Marine Protected Area Network in the Argentine Islands area (Akademik Vernadsky Station, Ukraine) / A. Yu. Utevsky, M. Yu. Kolesnykova, D. V. Shmyrov, O. I. Sinna // *Ukrainian Antarctic journal*. – 2014. – № 13. – P. 225–230.

УДК 551.589.6:551.515.7:551.50

Є. В. Самчук, науковий співробітник,  
Український Гідрометеорологічний інститут

## ПРОСТОРОВО-ЧАСОВА МІНЛИВІСТЬ АТМОСФЕРНОГО БЛОКУВАННЯ НА ТЕРИТОРІЇ ЄВРОАТЛАНТИЧНОГО СЕКТОРУ ПІВНІЧНОЇ ПІВКУЛІ ЗА ПЕРІОД 1976-2015 РОКИ

На сучасному етапі розвитку кліматології атмосферне блокування лишається недостатньо вивченим явищем: відсутнє об'єктивне визначення цього поняття, не сформульовано єдиної теорії, що пояснювала б його природу, підходи до здійснення усіх етапів його вивчення відрізняються у різних дослідженнях, а наявні результати мало придатні для взаємного співставлення. У статті сформульовано об'єктивний критерій виділення блокуючих антициклонів на території Євроатлантичного сектору Північної півкулі, що враховує тривалість їхнього існування та величину просторового зміщення. Сформульовано вибірку з 210 епізодів блокування за період 1976-2015 роки з використанням тривимірного підходу до ідентифікації баричних утворень у нижній та середній тропосфері. Розраховано та проаналізовано характеристики блокуючих антициклонів за досліджуваній період. Встановлено закономірності просторового розподілу випадків атмосферного блокування. Виділено три осередки з підвищеною повторюваністю випадків атмосферного блокування на території Євроатлантичного сектору. Простежено часову мінливість характеристик блокуючих антициклонів в кожному з трьох регіональних осередків блокування. Встановлено зменшення тривалості існування блокуючих антициклонів, максимальної площі, охопленої блокуванням, та максимальної аномалії геопотенціалу в зоні присутності блокуючого антициклону.

**Ключові слова:** атмосферне блокування, баричне утворення, реаналіз, просторово-часова мінливість, методика, критерій, антициклон, характеристика.

Є. В. Самчук. **ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА АТМОСФЕРНОГО БЛОКИРОВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ЕВРОАТЛАНТИЧЕСКОГО СЕКТОРА СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ ЗА ПЕРИОД 1976-2015 ГОДЫ.** На современном этапе развития климатологии атмосферное блокирование остается недостаточно изученным явлением: отсутствует объективное определение этого понятия, не сформулирована единая теория, объясняющая его природу, подходы к осуществлению всех этапов его изучения отличаются в разных исследованиях, а имеющиеся результаты мало пригодны для взаимного сопоставления. В статье сформулирован критерий выделения блокирующих антициклонов на территории Евроатлантического сектора Северного полушария, который учитывает продолжительность их существования и величину пространственного смещения. Сформирована выборка из 210 эпизодов атмосферного блокирования за период 1976-2015 годы с использованием трехмерного подхода к идентификации барических образований в нижней и средней тропосфере. Рассчитаны и проанализированы характеристики блокирующих антициклонов за исследуемый период. Установлены закономерности пространственного распределения эпизодов атмосферного блокирования. Выделены три очага повышенной повторяемости эпизодов атмосферного блокирования на территории Евроатлантического сектора Северного полушария. Прослежена временная изменчивость характеристик блокирующих антициклонов в каждом из трех региональных очагов блокирования. Зафиксировано уменьшение длительности существования блокирующих антициклонов, максимальной площади, охваченной блокированием, и максимальной аномалии геопотенциала в зоне присутствия блокирующего антициклона.

**Ключевые слова:** атмосферное блокирование, барическое образование, реанализ, пространственно-временная изменчивость, методика, критерий, антициклон, характеристика.

**Постановка проблеми дослідження.** Атмосферне блокування як один із нехарактерних для помірних широт Північної півкулі циркуляційних режимів є об'єктом наукових досліджень ще з середини ХХ ст. [1]. Такий стійкий інтерес до цього явища в першу чергу пояснюється його значним впливом на погоду і клімат великих територій та в цілому аномальною природою. Зага-

лом атмосферне блокування забезпечує близько 15% мінливості клімату в Європі, що дозволяє позиціонувати його як внутрішній чинник формування клімату. На коротких часових проміжках з атмосферним блокуванням пов'язані такі погодні явища як сильна спека влітку та різкі похолодання взимку. Водночас станом на сьогодні в рамках даної проблеми залишається велика кількість невирішених проблем як теоретичного, так і практичного характеру. В першу чергу це стосується методології ідентифікації атмосферного блокування та оцінки його кількісних характеристик. Також недостатньо вивченими є особливості просторового поширення атмосферного блокування на регіональному рівні. Результати, отримані при вивченні цих аспектів мають низьку просторову деталізацію та не можуть бути використані при вивченні впливу атмосферного блокування на погоду та клімат окремих країн, в тому числі і України. Відтак постає необхідність у детальному вивченні просторово-часової мінливості даного феномена на регіональному рівні як на сучасному етапі, так і при її прогнозуванні на найближче майбутнє.

**Аналіз попередніх досліджень.** В рамках обраної тематики більшість досліджень було присвячено вивченню окремих епізодів блокування або їхньої сукупності за часові періоди різної тривалості – від 3-5 [2,3] до 20-40 [4-11] і навіть 50-60 років [12-15]. Незалежно він досліджуваного періоду в межах помірних широт Північної півкулі виділяються три регіони блокування: Євроатлантичний, центральний тихоокеанський та над західним узбережжям Північної Америки. В той же час в [16] вказується також на наявність осередку блокування над Західним Сибіром. Згідно з [5, 8] виділяються лише два регіони блокування, в той час як в [13] - вже чотири: Євроатлантичний сектор розділяється на два самостійні регіони. Часова ж мінливість атмосферного блокування досліджувалась виключно шляхом порівняння її характеристик за окремі календарні сезони тривалістю три місяці. Коло характеристик, за допомогою яких описується просторово-часова мінливість атмосферного блокування, обмежується лише частотою епізодів блокування, їхньою кількістю, тривалістю та інтенсивністю [17]. Дослідження, присвячені прогнозуванню потенційних змін характеристик атмосферного блокування в найближчому майбутньому [1, 18-19] використовують аналогічні методи ідентифікації та опису цього феномена. За таких умов вивчення як часової, так і просторової мінливості атмосферного блокування не є повним, а використання застарілих методів ідентифікації випадків атмосферного блокування може вносити в отримані результати суттєві похибки [20].

**Мета статті** – опираючись на раніше розроблений метод об'єктивної ідентифікації баричних утворень [21], сформулювати критерії виділення блокуючих утворень та дослідити просторово-часову мінливість атмосферного блокування на території Євроатлантичного сектору Північної півкулі за останні 40 років.

**Характеристика вихідних даних та методика досліджень.** При виконанні дослідження було використано дані проекту NCEP/NCAR Reanalysis [22], а саме поля приведені до рівня моря атмосферного тиску, а також геопотенціалу на ізобаричних поверхнях 850, 700 та 500 гПа на території Євроатлантичного сектору Північної півкулі (40° зх.д. – 70° сх.д.) у вузлах регулярної сітки розмірністю 2.5° з часовим інтервалом 6 годин за період 1976-2015 роки. Розрахункова частина дослідження реалізована на платформі Windows Forms за допомогою середовища Microsoft Visual Studio 2015 Community Edition з використанням мови програмування C#. Для побудови карт використано програмний інтерфейс GDI+.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Основною ознакою блокуючого баричного утворення є його тривале стаціонаввання в одному регіоні при мінімальній зміні свого положення впродовж всього періоду свого існування. Оскільки в дослідженні використовуються траєкторії баричних утворень за неперервний 40-річний період, їхні характеристики можуть бути використані для відбору тих антициклонів, параметри яких задовольняють встановленим критеріям. Завдяки тому, що траєкторії антициклонів будуються за весь період його існування, а не за окремі природні синоптичні періоди, стає можливим визначити тривалість їхнього існування в годинах, географічні межі, в яких знаходився антициклон в період свого існування, та загальну довжину його траєкторії.

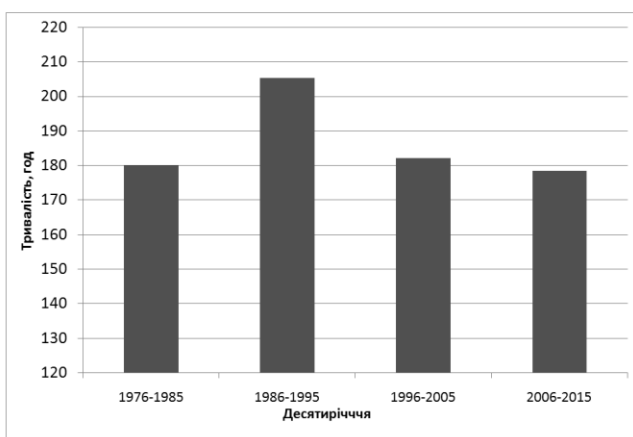
Виходячи з набору наявних характеристик, блокуючим пропонується вважати антициклон, тривалість існування якого становить не менше 120 годин, а амплітуда довготного зміщення – не більше 25° довготи. Критерій тривалості рівний повним п'яти добам, що відповідає середній тривалості природного синоптичного періоду; просторовий критерій враховує флуктуації міждобового зміщення будь-якого малорухомого баричного утворення на рівні 5° довготи за добу.

Загалом за досліджуваний період було виявлено 210 антициклонів, що задовольняють вказаним вище характеристикам. Для кожного антициклону також визначаються наступні характеристики: область просторового поширення та її площа, інтенсивність, тривалість існування та накопичена аномалія геопотенціалу.

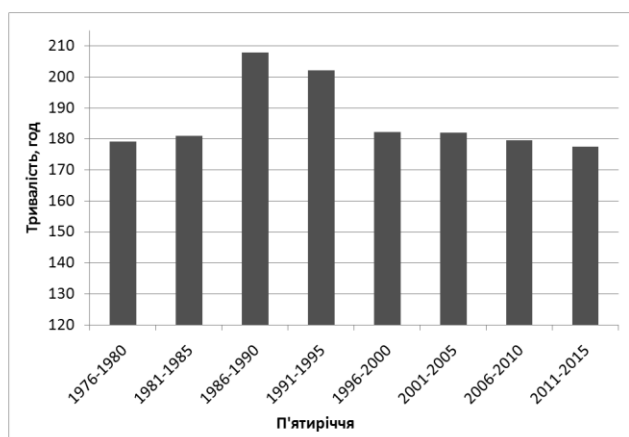
Аналіз часового ходу середніх п'яти- та десятирічних характеристик блокуючих антициклонів показав, що у період з 1986 по 1995 роки тривалість існування блокуючих антициклонів була більшою на 25 годин (рис. 1а, б) у порівнянні з рештою десятиліть досліджуваного періоду. Значення цієї характеристики у вказаному десятиріччі не можна вважати викидом, оскільки частка блокуючих антициклонів, тривалість існування яких перевищувала норму, склала 50%. Без

урахування цієї декади середня тривалість існування блокуючих антициклонів блокування не зазнала значимих змін. Водночас, часовий хід площі, охопленої блокуючими антициклонами, демонструє повну узгодженість як на рівні десятиріч, так і п'ятиріч: від початку досліджуваного періоду і до 2001-2005 років відмічалось поступове її збільшення, після чого за наступні 10 років дана характеристика зменшилась на 27% (рис. 1в, г).

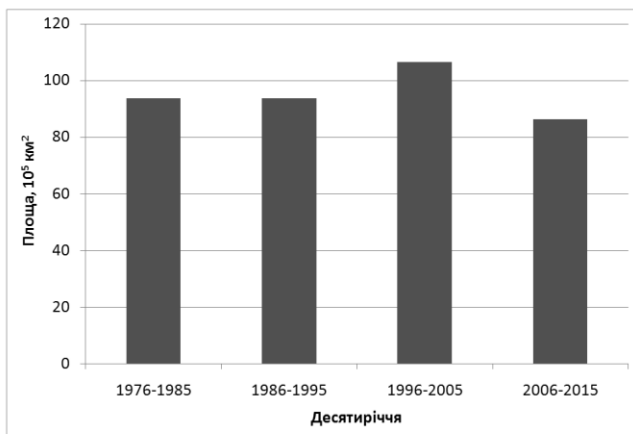
а



б



в



г

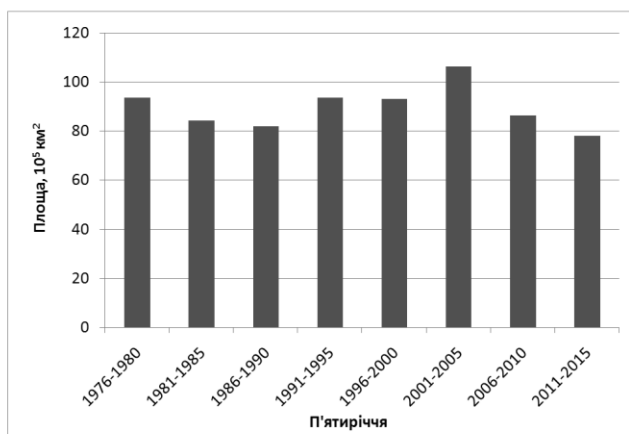


Рис. 1. Часовий хід середніх п'яти- та десятирічних характеристик блокуючих антициклонів

Більш яскраво міжрічна мінливість характеристик блокуючих антициклонів проявляється при аналізі їхніх максимальних значень за аналогічні періоди. Так, максимальна тривалість існування зростала впродовж перших трьох десятиліть досліджуваного періоду, але в останню декаду зменшилась на 72 години у порівнянні з періодом 1996-2005 роки, досягнувши мінімального значення за останні 40 років (рис. 2а). Водночас поглиблений розгляд п'ятирічних значень даної характеристики (рис. 2б) показує, що пікове значення, яке припадає на 1996-2005 роки забезпечується одним випадком блокування 1996 року, тривалість якого досягла 450 годин. Без його урахування, максимальна тривалість існування блокуючих антициклонів демонструє стійке зменшення впродовж останніх 25 років.

Схожий часовий хід демонструє і максимальна інтенсивність при аналізі десятирічних значень – за останнє десятиліття вона зменшилась на 25%, досягнувши рівня, що відмічався у 1976-1985 роках (рис. 2в, г). Аналіз п'ятирічних значень вказує на більш складний характер часового ходу: в період з 1976 по 1990 роки даний показник зростав, після чого відбулось різке його зниження на 20%. Такі значення максимальної інтенсивності зберігались наступні 10 років (1991-2000), а вже в п'ятиріччі 2001-2005 років вони повернулись до рівня початку досліджуваного періоду. Ідентичний характер часового ходу демонструє і максимальна площа, охоплена блокуванням – в останнє десятиліття вона зменшилась на 20% (рис. 2д, е). Єдиною характеристикою блокуючих антициклонів, що показала стійку

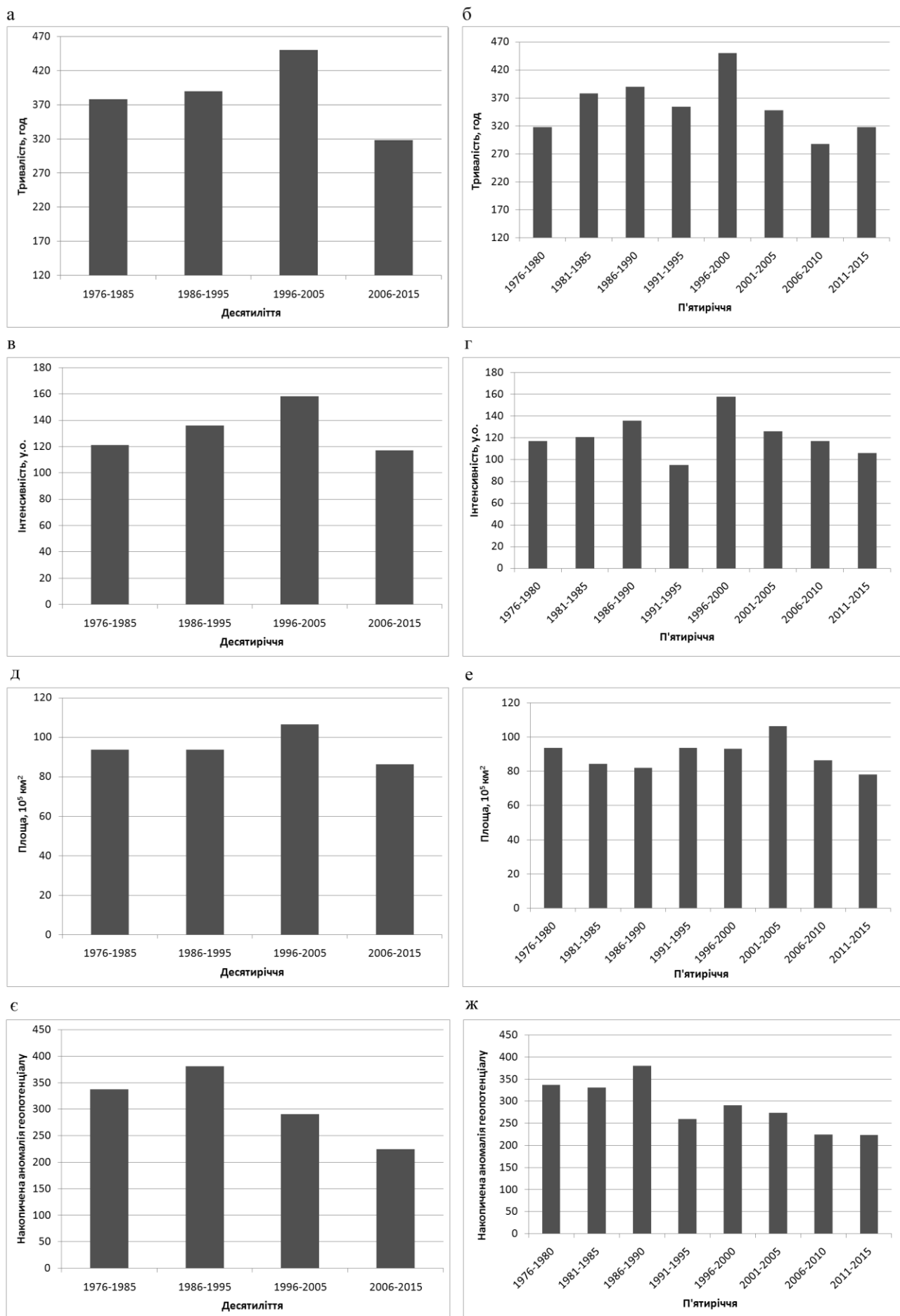


Рис. 2. Часовий хід максимальних п'яти- та десятирічних характеристик блокуючих антициклонів

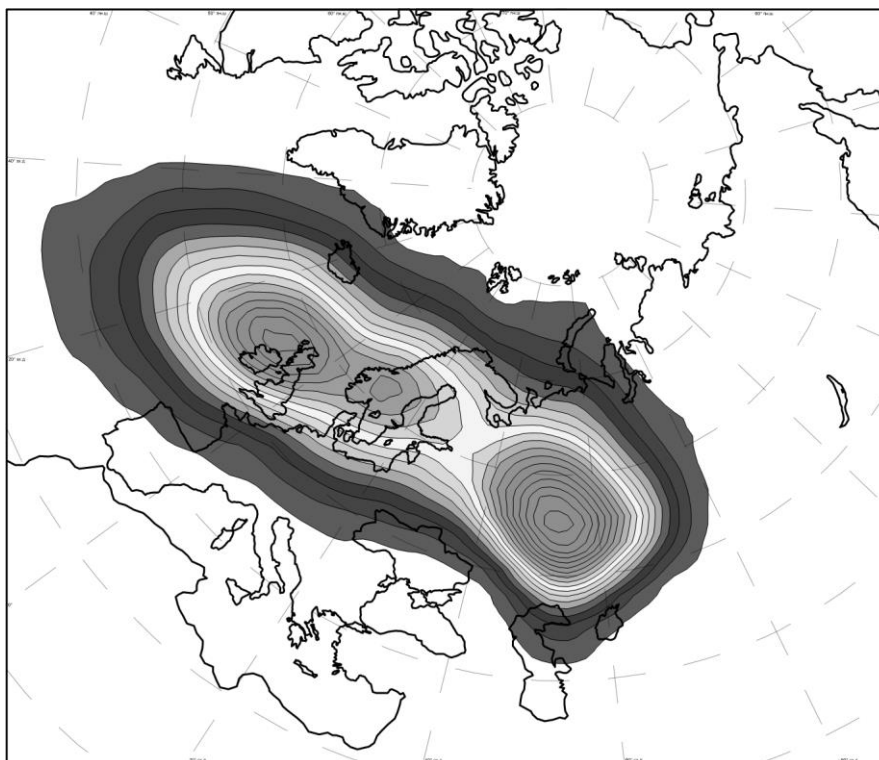


Рис. 3. Інтегральна зона блокування на території Євроатлантичного сектору Північної півкулі за період 1976-2015 роки

тенденцію до зменшення, є максимальна накопичена аномалія геопотенціалу в зоні блокування (рис. 2с, ж). Станом на останнє п'ятиріччя досліджуваного періоду її значення на 32% менше за аналогічний показник періоду 1976-1980 років.

Наведені вище особливості часового ходу характеристик описують загальний стан атмосферного блокування на території Євроатлантичного сектору Північної півкулі. Більш детальне вивчення атмосферного блокування в межах означеної території потребує виділення регіональних осередків формування блокуючих антициклонів. З цією метою області присутності усіх 210 блокуючих антициклонів були накладені одна на одну для отримання інтегральної зони впливу за весь період дослідження (рис. 3). З рисунку видно, що вона простягається від 30° зх.д. до 60° сх.д., що дещо перевищує межі для Євроатлантичного регіону блокування, встановлені в інших дослідженнях. Всередині інтегральної зони виділяються три регіональні осередки атмосферного блокування: в районі Британських островів (I), Скандинавського півострова (II) та на північ від Каспійського моря (III).

Аналіз аналогічних інтегральних зон блокування за кожне десятиліття досліджуваного періоду показує, що атмосферне блокування у Євроатлантичному секторі Північної півкулі є стійким у часі явищем, яке практично не зазнає просторових флуктуацій. Водночас часові коливання характеристик блокуючих антициклонів спосте-

рігаються всередині кожного з трьох виділених регіонів.

Аналіз середніх декадних характеристик блокування в осередку I, показує, що кількість блокуючих антициклонів в ньому зростала протягом усього періоду дослідження і за останні 40 років збільшилась вдвічі (рис. 4а). Однак п'ятирічні значення (рис. 4б) вказують на те, що ріст даного показника в останні два десятиліття забезпечується завдяки підвищеній повторюваності випадків блокування у 1996 та 2007 роках. Без урахування цих викидів кількість випадків блокування в осередку I не демонструє тенденції до зростання. Повне узгодження часового ходу як на рівні десятиліть, так і на рівні п'ятиліть показує часовий хід таких характеристик як тривалість існування (рис. 4в, г) блокуючого антициклону, та площа, охоплена блокуванням (рис. 4д, е). Починаючи з другої половини 90-х років XX ст. перший показник зменшився на 3 доби, другий – на 1.5 млн. км<sup>2</sup>.

Характеристики блокуючих антициклонів у осередку II демонструють наступний характер часового ходу (рис. 5). Кількість випадків блокування мала два періоди зростання – в перші 20 та в останні 15 років досліджуваного періоду. У п'ятиріччі 2010-2015 роки відмічається пікове значення кількості випадків блокування, аналогічне піковому значенню першого періоду зростання даного показника. Інтенсивність блокування в період до 2000 року не зазнавала коливань, однак уже в 2001 році помітне її зменшення в 2

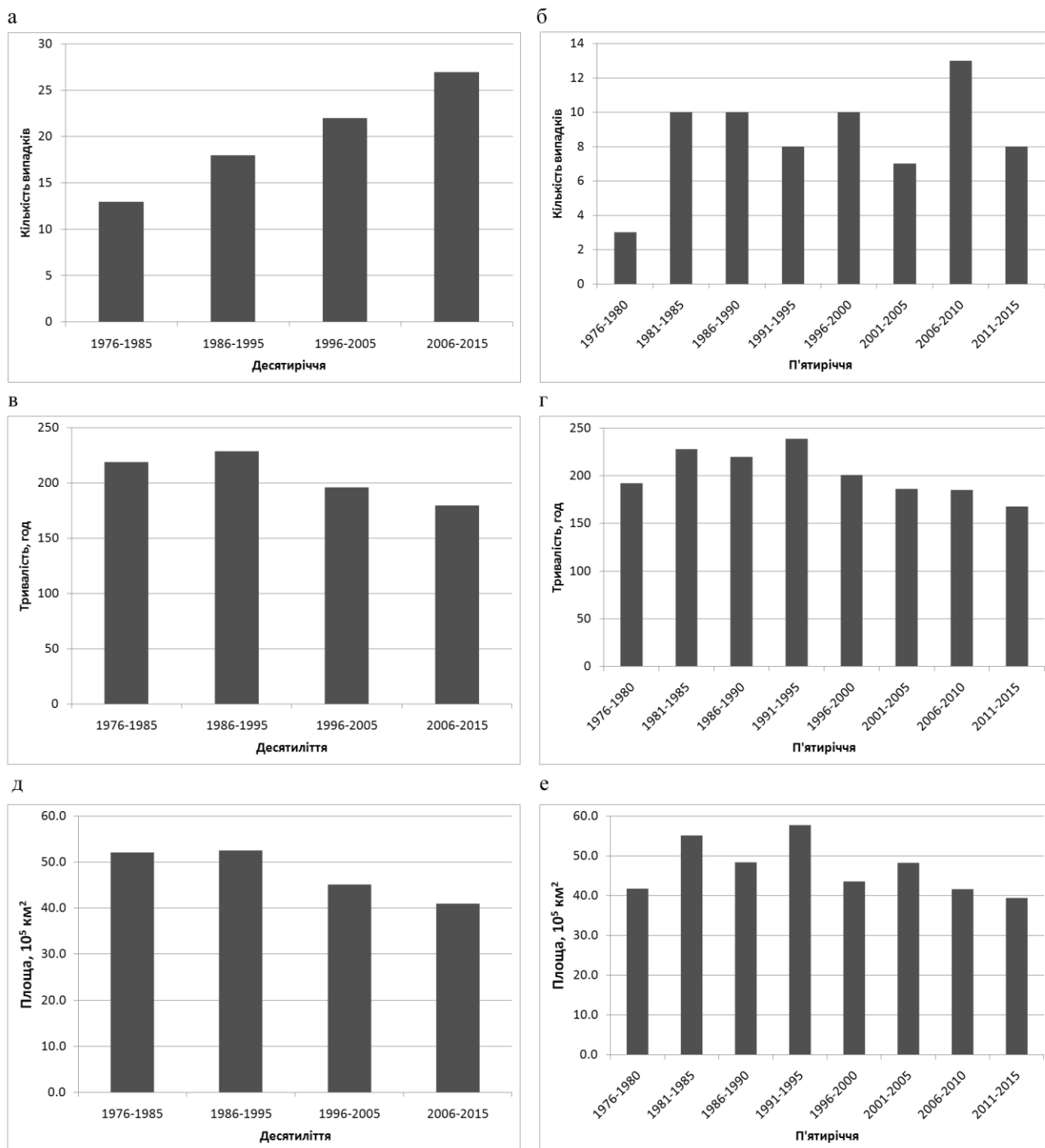


Рис. 4. Часовий хід середніх п'яти- та десятирічних характеристик блокуючих антициклонів в осередку I

рази, після чого почалось її поступове зростання, і на кінець досліджуваного періоду значення інтенсивності досягли рівня 2000 року. Площа, охоплена блокуванням, демонструє тенденцію до збільшення – приріст за останні 40 років склав 1.1 млн. км<sup>2</sup>. Тривалість існування блокуючих антициклонів зменшилась на одну добу.

Часова мінливість характеристик блокуючих антициклонів у осередку III виражена найбільш слабо. Аналіз середніх та максимальних значень за п'яти- та десятирічні періоди не виявив трен-

дів у їхньому часовому ході. Тому для виявлення змін впродовж досліджуваного періоду характеристики блокуючих антициклонів необхідно розглядати не на рівні п'ятиріч або десятиріч, а за окремі роки. Зальною тенденцією для цього осередку є зменшення значень характеристик блокуючих антициклонів за досліджуваний період (рис. 6). Так, площа, охоплена блокуванням, за досліджуваний період зменшилась на 760 тис. км<sup>2</sup>, тривалість існування – на 29 годин, накопичена аномалія геопотенціалу – на 24 умов-

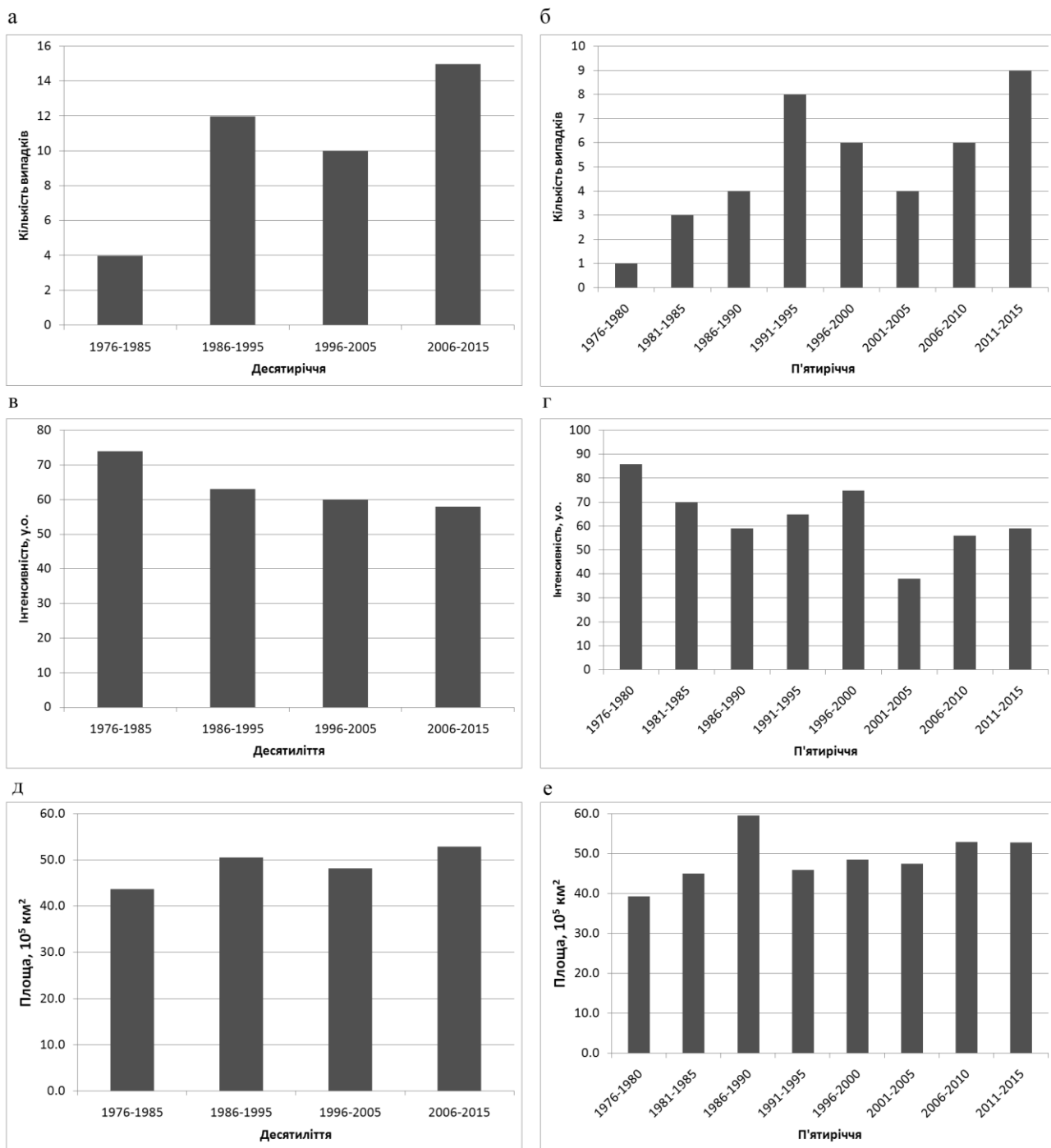


Рис. 5. Часовий хід середніх п'яти- та десятирічних характеристик блокуючих антициклонів в осередку II

ні одиниці; кількість випадків блокування та їхня інтенсивність не зазнали значимих змін.

Внутрішньорічна повторюваність випадків атмосферного блокування в кожному з осередків блокування наведена на рис. 7. В осередку I чітко виражений максимум повторюваності припадає на літні місяці, а мінімум – на зимові. В осередку II відмічається практично повна відсутність випадків блокування в період з травня по серпень; водночас в осередку III повторюваність випадків атмосферного блокування рівномірно розподілена впродовж року.

**Висновки.** В ході виконання дослідження запропоновано об'єктивний критерій виділення блокуючих антициклонів та сформовано 40-річну кліматологію випадків атмосферного блокування на території Євроатлантичного сектору Північної півкулі. Отримано інтегральну зону блокування за досліджуваний період, а також за 5- та 10-річні періоди. Інтегральна зона блокування вказує на наявність у досліджуваному регіоні трьох осередків блокування.

Зміна характеристик блокуючих антициклонів за досліджуваний період в кожному з осеред-

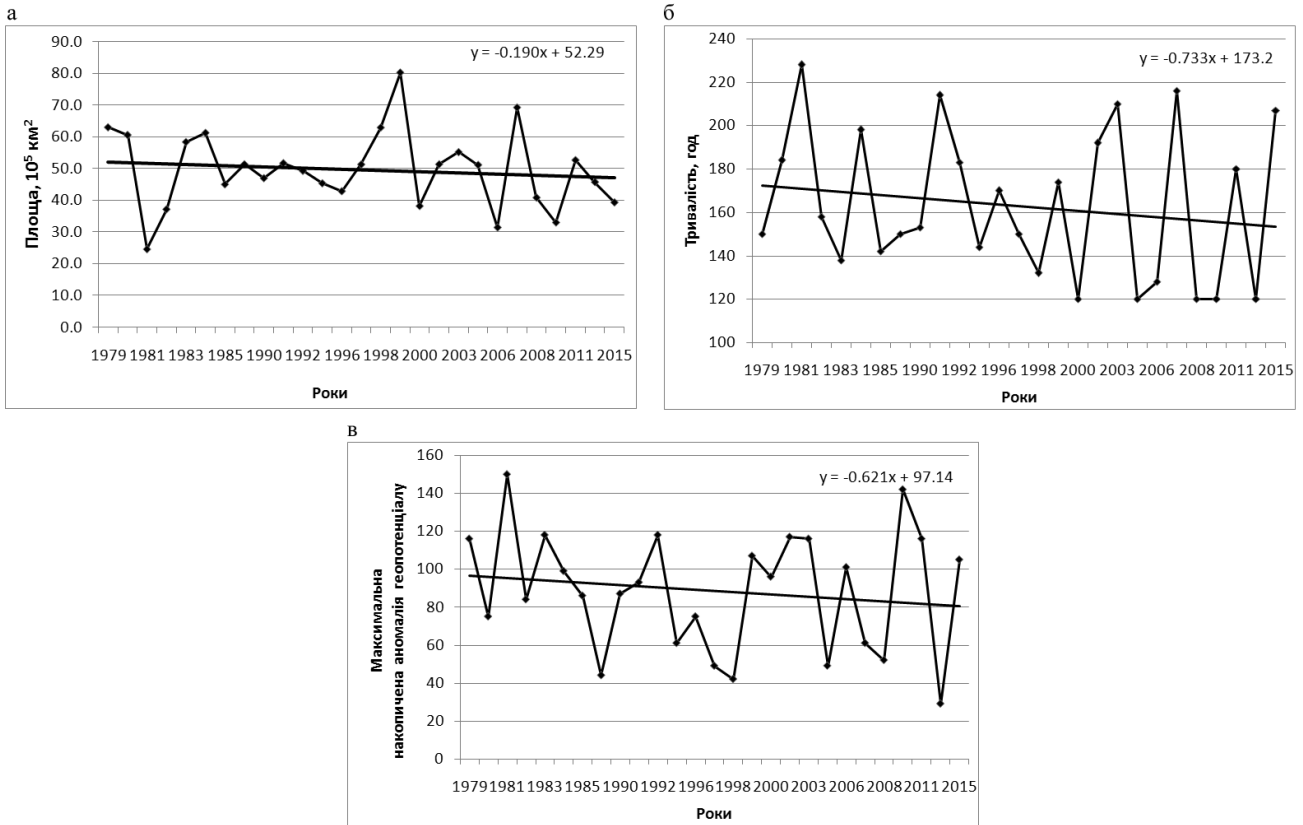


Рис. 6. Часовий хід середніх річних характеристик блокуючих антициклонів в осередку Ш

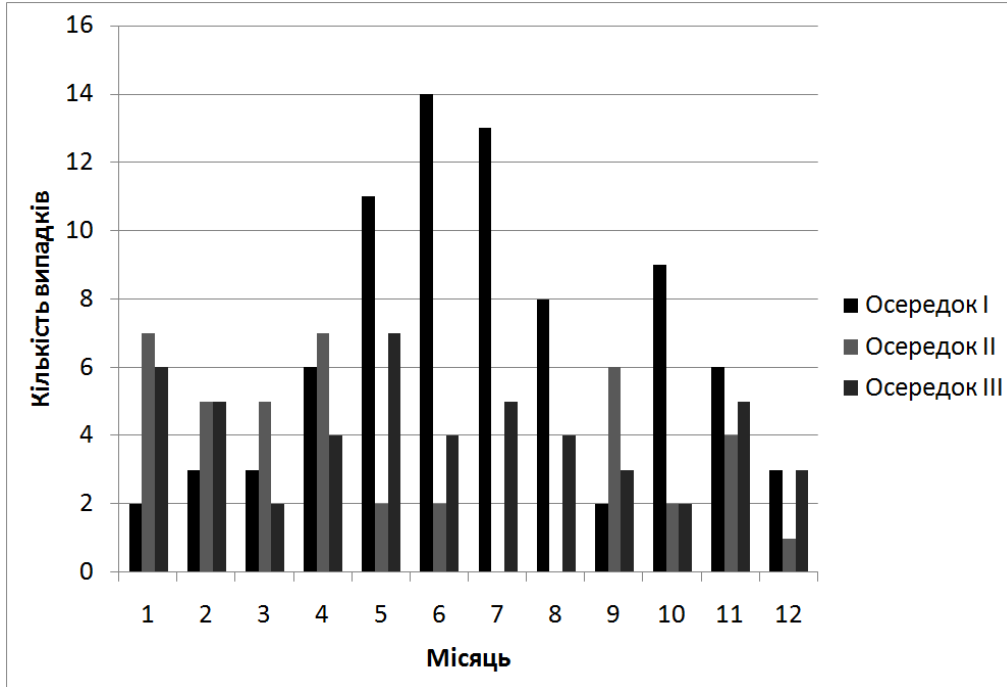


Рис. 7. Внутрішньорічний розподіл повторюваності випадків атмосферного блокування за осередками

ків має складний характер. Кількість блокуючих антициклонів, а також їхня інтенсивність, за досліджуваний період не змінилась, однак відмічається загальне зменшення тривалості їхнього існування на 1-3 доби. Площа, охоплена блокуван-

ням, в осередках I та III зменшилась, а в осередку II – збільшилась в середньому на 1 млн. км<sup>2</sup>. Також в осередку III відмічається зменшення накопиченої аномалії геопотенціалу.



**Література**

1. Rex, D. F. *Blocking Action in the Middle Troposphere and its Effect upon Regional Climate. II. The Climatology of Blocking Action* / Daniel F. Rex // *Tellus*. – 1950. – Vol. 2, issue 4. – P. 275–301.
2. Lupo, A. R. *Climatological features of blocking anticyclones in the Northern Hemisphere* / A. R. Lupo, P. J. Smith // *Tellus*. – 1995. – Vol. 49A. – P. 439–456.
3. Pelly, J. L. *A New Perspective on Blocking* / J. L. Pelly, B. J. Hoskins // *Journal of the Atmospheric Sciences*. – 2003. – Vol. 60, issue 5. – P. 743–755.
4. *Atmospheric blocking characteristics in the Northern Hemisphere: Comparison of two climatologies* / I. I. Mokhov, E. A. Tikhonova, A. R. Lupo, J. M. Wiedenmann // *Research Activities in Atmospheric and Oceanic Modeling* / ed. by H. Ritchie ; WMO TD-№ 1064. – Geneva : 2001. – P. 2.20–2.21.
5. Tyrlis, E. *Aspects of a Northern Hemisphere Atmospheric Blocking Climatology* / E. Tyrlis, B. J. Hoskins // *Journal Of The Atmospheric Sciences*. – 2008. – Vol. 65. – P. 1638–1652.
6. Mendes, M. C. D. *Southern Hemisphere Atmospheric Blocking Diagnostic By ECMWF and NCEP/NCAR Data* / Monica Cristina Damião Mendes, Iracema F. A. Cavalcanti, Dirceu Luis Herdies // *Revista Brasileira de Meteorologia*. – 2012. – Vol. 27, № 3. – P. 263–271.
7. *Blocking Episodes in the Southern Hemisphere: Impact on the Climate of Adjacent Continental Areas* / Monica Cristina Damião Mendes, Ricardo Machado Trigo, Iracema F. A. Cavalcanti, Carlos. C. Dacamara // *Pure and Applied Geophysics*. – 2008. – Vol. 165. – P. 1941–1962.
8. Davini, P. *Northern Hemisphere Atmospheric Blocking Representation in Global Climate Models: Twenty Years of Improvements?* / Paolo Davini, Fabio D'Andrea // *Journal Of Climate*. – 2016. – Vol. 29. – P. 8823–8840.
9. Marques, R. F. C. *Interannual variations of blockings in the Southern Hemisphere and their energetics* / R. F. C. Marques, V. B. Rao // *Journal of Geophysical Research*. – 2000. – Vol. 105. – P. 4625–4636.
10. Croci-Maspoli, M. *A Multifaceted Climatology of Atmospheric Blocking and Its Recent Linear Trend* / M. Croci-Maspoli, C. Schwierz, H. C. Davies // *Journal Of Climate*. – 2007. – Vol. 20. – P. 633–649.
11. Sillmann, J. *Present and future atmospheric blocking and its impact on European mean and extreme climate* / J. Sillmann, M. Croci-Maspoli // *Geophysical Research Letters*. – 2009. – Vol. 36, issue 10. – L17072.
12. *Observational climatology and characteristics of wintertime atmospheric blocking over Ural–Siberia* / Ho Nam Cheung, Wen Zhou, Yaping Shao, Wen Chen, Hing Yim Mok, Man Chi Wu // *Climate Dynamics*. – 2013. – Vol. 41, issue 1. – P. 63–79, doi:10.1007/s00382-012-1587-6.
13. *A Climatology of Northern Hemisphere Blocking* / David Barriopedro, Ricardo García-Herrera, Anthony R. Lupo, Emiliano Hernández // *Journal Of Climate*. – 2006. – Vol. 19. – P. 1042–1063.
14. *Исследование развития атмосферных процессов блокирования и квазистационарирования антициклонов в Атлантико-Европейском секторе* / В. А. Тищенко, В. М. Хан, Р. М. Вильфанд, Е. Рожет // *Метеорология и гидрология*. – 2013. – № 7. – С. 15–30.
15. *Воскресенская, Е. Н. Блокирующие антициклоны в Европейском регионе и их изменчивость в связи с событиями Эль-Ниньо* / Е. Н. Воскресенская, О. Ю. Коваленко // *Изв. Рос. акад. наук. Серия географическая*. – 2016. – № 1. – С. 49–57.
16. *Revisiting the Climatology of Atmospheric Blocking in the Northern Hemisphere* / Ho Nam Cheung, Zhou Wen, Hing Yim Mok, Man Chi Wu, Yaping Shao // *Advances in Atmospheric Sciences*. – 2013. – Vol. 30, № 2. – P. 397–410.
17. *The Climatology of Blocking Anticyclones for the Northern and Southern Hemispheres: Block Intensity as a Diagnostic* / Jason M. Wiedenmann, Anthony R. Lupo, Igor I. Mokhov, Elena A. Tikhonova // *Journal Of Climate*. – 2002. – Vol. 15. – P. 3459–3473.
18. Lupo, A. R. *Climatological features of blocking anticyclones: A study of Northern Hemisphere CCM1 model blocking events in present-day and double CO2 concentration atmospheres* / A. R. Lupo, R. J. Oglesby, I. I. Mokhov // *Climate Dynamics*. – 1997. – Vol. 13, issue 3. – P. 181–195.
19. Mokhov, I. I. *Changes in atmospheric blocking characteristics within Euro-Atlantic region and Northern Hemisphere as a whole in the 21st century from model simulations using RCP anthropogenic scenarios* / Igor I. Mokhov, Alexander V. Timazhev, Anthony R. Lupo // *Global and Planetary Change*. – 2014. – Vol. 122. – P. 265–270.
20. Самчук, Є *Порівняльний аналіз ефективності використання баричних індексів атмосферного блокування* / Є. Самчук // *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія : періодичний наук. зб. ; Київ. нац. ун-т ім. Т. Шевченка та ін. – Київ – 2015. – Т. 2. – С. 149–155 : табл. – Бібліогр.: 5 назв.*
21. Самчук, Є. В. *Просторово-часова ідентифікація баричних утворень у нижній та середній тропосфері* / Є. В. Самчук // *Укр. гідрометеорол. журн.* – 2017. – № 19. – С. 41–47.
22. *The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project* / E. Kalnay, M. Kanamitsu, R. Kistler [et al.] // *Bulletin of the American Meteorological Society*. – 1996. – Vol. 77, № 3. – P. 437–470.