

УДК: 551.515.7

## ОГЛЯД СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ДО ТИПІЗАЦІЇ БЛОКУЮЧИХ ПРОЦЕСІВ

Л.В. Недострелова, к.геогр.н.

Одеський державний екологічний університет,  
вул. Львівська, 15, 65016, Одеса, Україна, nedostrelova@rambler.ru

В статті зроблено огляд наукових підходів ідентифікації блокуючих ситуацій. Пропонується динамічний підхід типізації блокуючих ситуацій по конфігурації ізогіпс на картах АТ-500 гПа. За запропонованою методикою досліджено та зроблено класифікацію блокуючих антициклонів над територією Європи за період з 1998 по 2008 рр.

**Ключові слова:** блокуючий антициклон, типізація блокуючих процесів, динамічний підхід.

### 1. ВСТУП

Блокування, як великомасштабний сталий процес в атмосфері, є однією з основних причин аномалій погоди, які можуть існувати на масштабі часу від декількох діб до декількох тижнів. Дослідження таких процесів є цікавим з практичної точки зору для середньострокових і довгострокових прогнозів погоди, моделювання атмосферних процесів і моніторингу клімату. На сьогодні існує велика кількість робіт, в яких розглядається кліматична характеристика ситуацій блокування в атмосфері, але відмінності в методах виявлення блокуючих процесів і відсутність єдиних методів аналізу разом з різними періодами дослідження утруднюють узагальнення кліматичних досліджень блокування. Метою цієї статті є, з одного боку, огляд існуючих методів ідентифікації блокуючих процесів і, з іншого боку, запропонувати підхід, який ґрунтується на динамічній природі блокування.

### 2. МЕТОДИ ТИПІЗАЦІЇ БЛОКУЮЧИХ ПРОЦЕСІВ

Блокуючими антициклонами називаються високі баричні утворення, які порушують усталене загальне західне перенесення в середніх широтах [1]. Блокування зональних течій є великомасштабним процесом, що охоплює декілька синоптичних систем. Найбільш різко це явище виявляється у випадках розвитку потужного і малорухливого антициклону в середніх або високих широтах, що перегороджує західне перенесення повітряних мас і відхиляє зональні траєкторії баричних утворень. Нерідко блокування спричиняється високими квазістаціонарними гребенями, в зоні яких не спостерігається формування центрів високого тиску навіть на нижніх рівнях тропосфери. Блокування звичайно супроводжується глибоким меридіональним перетворенням термобаричного поля, яке призводить до міжширотного перерозподілу повітряних мас і тепла в тропосфері.

Оскільки процеси блокування стійкі в часі і мають певну географічну локалізацію, вони істотно впливають на формування середнього режиму атмосферної циркуляції. Це відбивається в розподілі повторюваності меридіональних процесів і в баричному полі на всіх рівнях тропосфери [2]. Порушуючи західне перенесення і перешкоджаючи зональному переміщенню циклонів, блокуючі системи є причиною аномального

розподілу метеорологічних величин на великих територіях. В Східній Європі з ними пов'язані такі явища, як посухи і суховії, холодні і малосніжні зими, весняні повернення холоду. Крім того, блокуючі процеси можуть обумовлювати аномальний режим опадів як над територією блокування безпосередньо, так і над районами, де блокуюча ситуація порушує нормальний хід циркуляційних процесів [3].

Багато важливих аспектів самого процесу блокування ще остаточно не вивчено. Тому у теперішній час немає чіткого визначення блокування і не сформульовані необхідні і достатні умови його існування [4]. Найпоширеніше в синоптичній практиці визначення блокування надано Рексом [5], згідно з яким: основний зональний потік розщеплюється на дві рівні за інтенсивністю гілки; має спостерігатися система з двома струминними течіями; в області розщеплення, вище за потоком, зональна течія повинна різко перетворюватись у меридіональну; така структура повинна зберігатись не менше десяти діб.

У роботі [3] процес блокування порівнювався з хвильовим процесом солітонного типу, який має супроводжуватися системою перебудов, що призводять до створення відокремленої хвилі тривалої дії. Блокування здійснюється хвильовими процесами різного генезису. Для цього необхідно створити стійке стаціонарне положення хвилі по шляху траєкторій циклонів або, що те ж саме, інерційних хвиль Россбі. Таке стаціонарне положення може підтримуватися енергетикою солітона або термічною дією на баричну систему, енергетично зміцнюючи її стаціонарне положення. Створення блокуючої структури у будь-якому випадку має супроводжуватися якимись явищами перебудов в синоптичному процесі. Такого роду механізми перебудов природно пов'язані з енерговитратами, що відбуваються локально і що призводять до можливої активізації метеорологічних явищ над обмеженою територією.

У роботі [6] описано механізм формування блокуючих антициклонів. згідно з яким механізмом утворення блокування є нелінійна нестійкість хвиль Россбі, яка й веде до їх перекидання. Як будь-яка нестійкість, вона розвивається за наявності відповідного початкового збурення. Нелінійність нестійкості означає, що велику роль відіграє нелінійний обмін енергією як з великомасштабними хвилями, так і з

синоптичними вихорами, які можуть підживлювати блокуючий процес своєю енергією, а можуть і послаблювати його. Відносні внески потоків енергії до блокуючого процесу від синоптичних вихорів і планетарних хвиль змінюються залежно від конкретних умов.

Блокуючий антициклон є окремим випадком високого стаціонарного великого антициклону [7]. Такі антициклони простежуються у всій товщі тропосфери і в нижній стратосфері. Фронтальні розділи і висотна фронтальна зона проходять по периферіях цих утворень, які є компонентами висотних деформаційних полів, через що самі визначають характер циркуляції над великими територіями. Стаціонарні антициклони можуть розвиватися з фронтальних баричних утворень через їх злиття або регенерацію. В інших випадках вони виникають в результаті відсікання північних частин висотних гребенів при широтних перетвореннях термобаричного поля тропосфери.

У роботі [8] класифіковано квазістаціонарні антициклони на три типи: ультраполярні, полярні і західні. Ультраполярні антициклони є високими і утворюються насамперед холодними масами повітря. Траєкторія полярних антициклонів спрямована в основному з північного заходу на південний схід. Західні квазістаціонарні антициклони мають в основному зсув із заходу на схід. У статті [9] була запропонована типізація квазістаціонарних антициклонів за ознакою географічного положення даних баричних утворень. В рамках такої типізації було визначено 10 типів процесів з високими і малорухливими антициклонами. Згідно з роботами [10, 11], за напрямом траєкторій блокуючі антициклони можна поділити на три типи: східні, північно-західні (північні) і західні. Типізація здійснювалась за 150 випадками блокуючих антициклонів, які були виявлені за період 1949-1989 рр.

У роботі [12] запропонований алгоритм ідентифікації блокінга, який ґрунтується на аналізі часових рядів відхилень геопотенціальної висоти ізобаричної поверхні АТ-500 гПа у вузлах регулярної сітки від середньширотних значень  $V^lH$ , де  $V$  – оператор відхилення від середнього,  $l$  – довгота,  $H$  – висота поверхні 500 гПа. За один випадок блокування брався відрізок часового ряду  $V^lH$  завдовжки 7 днів і більше, протягом якого позитивні значення  $V^lH$  були не менше одного стандартного відхилення (допускалася дводенна перерва). Цей алгоритм фізично відображує тривале існування потужного антициклону або гребеня, що є головною і необхідною ознакою блокуючої ситуації.

У роботі [13] сформульовані умови, яким повинні задовольняти блокуючі антициклони, а саме критерій блокування повинен виконуватися для антициклонального потоку на поверхні АТ-500 гПа щонайменше протягом 5 діб. Початком випадку блокування вважається строк через 24 години після першого виконання умови блокування, а кінцем – строк за 24 години до припинення його виконання. Антициклон повинен розташовуватися на північ від  $35^\circ$  півн.ш. або на південь від  $30^\circ$  півд.ш., а амплітуда гребеня має бути не менше за  $5^\circ$  широти.

У статті [14] запропоновано чотири типи блокування: тип 1 – локальний блокуючий процес в певний строк, тип 2 – великомасштабний блокуючий процес, тип 3 – епізод блокування і тип 4 – секторний блокінг. В роботі також визначені початок і кінець блокування як перший строк з блокуванням і перший строк без блокування відповідно.

Методи визначення та повторюваність блокування достатньо часто досліджувались в останнє десятиріччя (див., наприклад, [14–21]). Треба відзначити, що розрахована повторюваність блокуючих антициклонів над різними регіонами земної кулі залежатиме від способу, яким визначалося блокування, що й показано у вищенаведеному огляді. У зазначених роботах має місце низка відмінностей, але основні висновки добре узгоджуються в якісному відношенні.

В Північній півкулі максимум повторюваності блокування був отриманий над Східною Атлантикою і Європою, а вторинний максимум спостерігається над центральними і східними районами Тихого океану. Річний хід характеристик блокування є складним, а міжрічна мінливість – високою. Над Європою максимум інтенсивності блокуючих ситуацій отримано взимку і влітку. В Північній півкулі блокуючі антициклони спостерігаються частіше і є більш інтенсивними, ніж в Південній [22]. Причини відмінностей полягають у динаміці утворення блокуючих ситуацій, в особливостях розподілу суші і моря [23].

Найпривабливішим до виявлення блокуючих ситуацій є підхід, що ґрунтується на аналізі меридіональних профілів метеорологічних величин. Відомо, що за зонального перенесення меридіональний профіль геопотенціальної поверхні має нахил у бік полюса. Причому найбільша густина ізогіпс, що відображає величину нахилу, зосереджена у  $20^\circ$ -градусному широтному поясі з  $40^\circ$  по  $60^\circ$  півн.ш. Меридіональний профіль зонального вітру на цій ділянці має опуклу форму з максимальною швидкістю у середині цього інтервалу, що визначається кутом нахилу геопотенціальної поверхні. При процесах блокування її нахил у середніх широтах змінюється на зворотний на тих довготах, де виник блокуючий антициклон. Профіль швидкості вітру на цій ділянці стає увігнутим, з мінімальним значенням у центрі, що припадає на широту розщеплювання струменя, і максимальними значеннями на її бічних периферіях.

Вперше особливості меридіонального профілю геопотенціалу для виявлення блокінгів були використані Лейенасом і Окландом [24] і пізніше одержали розвиток у роботі Тібальді і Монтені [25]. Індекс блокування розраховувався за допомогою виразів:

$$\begin{aligned} GHGS &= [Z(\varphi_0) - Z(\varphi_S)] / (\varphi_0 - \varphi_S), \\ GHGN &= [Z(\varphi_N) - Z(\varphi_0)] / (\varphi_N - \varphi_0), \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{де} \quad \varphi_N &= \varphi_N^\circ \text{ півн.ш.} + \Delta, \\ \varphi_0 &= \varphi_0^\circ \text{ півн.ш.} + \Delta, \\ \varphi_S &= \varphi_S^\circ \text{ півн.ш.} + \Delta \end{aligned} \quad (2)$$

$$\text{з } \Delta = -5^\circ, 0^\circ, 5^\circ.$$

Довгота  $\lambda$  вважається блокуючою в один строк, якщо хоча б для однієї  $\Delta$  виконуються обидва критерії:

$$\begin{aligned} GHGS &> 0, \\ GHGN &< -10 \text{ гпм/}^\circ\text{довготи}. \end{aligned} \quad (3)$$

Другий критерій вводиться для того, щоб виключити ситуації, за яких спостерігається зсув зони струминної течії далеко на південь і які, насправді, не описують блокуючий процес.

Наступний індекс блокування, який був запропонований у роботі [13], розглядається не тільки як критерій наявності блокуючого антициклону, але й як характеристика його інтенсивності. Критерій має вигляд

$$BI = 100(MZ/RC - 1), \quad (4)$$

де  $MZ$  – максимум геопотенціальної висоти ізобаричної поверхні АТ-500 гПа в антициклоні з замкненими ізогіпсами або на осі гребеня,  $RC$  – вибрана суб'єктивно репрезентативна ізогіпса. Для об'єктивності розрахунку використана така формула для  $RC$ :

$$RC = \frac{1}{2} \left( \frac{Z_u + Z_d}{2} + MZ \right), \quad (5)$$

де  $Z_u$  і  $Z_d$  – мінімальні значення геопотенціальної висоти ізобаричної поверхні АТ-500 гПа на осях улоговин, що лежать вище і нижче по потоку стосовно до блокінга на тій же широті, де спостерігається максимум  $MZ$ .

Інший критерій блокування був запропонований у роботі [12]. Блокуючий антициклон визначається як область, в якій відхилення геопотенціалу ізобаричної поверхні АТ-500 гПа від середньоширотного значення було позитивним і не меншим заданого критичного значення протягом проміжку часу, що приймається за тривалість блокування. Якщо ця умова перестає виконуватися на короткий час, 2 діб і менше, а потім знову виконується, то період блокування вважається безперервним, включаючи цей короткий час.

Як кількісну характеристику інтенсивності блокування можна рахувати так звану «дію» [5, 17]

$$S = \int_0^{\tau} I(t)L^2(t)dt. \quad (6)$$

Тут інтегрування виконується в межах від 0 до  $\tau$ , де  $\tau$  – тривалість існування блокінга,  $I$  – перепад тиску між центром і периферією,  $L$  – лінійний розмір блокінга.

Пеллі та Хоскінс у своїй науковій праці [14] запропонували так званий  $PV$ - $\theta$ -індекс блокування для визначення блокуючого антициклону, ґрунтуючись на концепції потенціального вихору Ертеля  $PV$  і потенціальної температури  $\theta$  як головних динамічних характеристиках атмосфери

$$PV = -g \left( \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y} + \ell \right) \frac{\partial \theta}{\partial p}, \quad (7)$$

де  $g$  – прискорення сили тяжіння,  $p$  – приземний тиск,  $u$ ,  $v$  – складові швидкості по осях  $x$ ,  $y$  відповідно,

$\ell = 2\omega \sin \varphi$  – параметр Коріоліса. Одиницею вимірювання потенціального вихору є  $1 \text{ pvu} = 10^{-6} \text{ К}/(\text{кг}\cdot\text{с})$ .

Звичайний меридіональний градієнт  $\theta$  на динамічній тропопаузі характеризується великими значеннями  $\theta$  на півдні і меншими на півночі. У роботі [14] індекс блокування подано у вигляді

$$B = \frac{2}{\Delta\varphi} \int_{\varphi_0}^{\varphi_0+\Delta\varphi/2} \theta d\theta - \frac{2}{\Delta\varphi} \int_{\varphi_0-\Delta\varphi/2}^{\varphi_0} \theta d\theta. \quad (8)$$

Згідно з цим визначенням,  $B < 0$  в західному потоці, а в зоні блокування  $B > 0$ . Відповідно, на довготі  $\lambda$  має місце блокування, якщо там  $B > 0$ , показуючи, що там є високою потенціальна температура  $\theta$  у північніших широтах і низькою – південніше.

### 3. МЕТОД, ЩО ВРАХОВУЄ ДИНАМІЧНУ ПРИРОДУ БЛОКІНГА

Як вже відзначалося, основною характеристикою блокування вважається така зміна звичайної ситуації, коли потенційно тепле повітря виявляється у високих широтах [18]. Додаткові характеристики, необхідні для блокування, є більші горизонтальні розміри та тривалість, ніж для звичайного синоптичного процесу. Часто вимогою для виникнення блокування є наявність перекидання великомасштабної хвилі на рівні тропопаузи (рис. 1). На рисунку подано схему типів перекидання хвиль, що показує деформацію відповідної ізолінії потенціальної температури поблизу тропопаузи: витискання в напрямку екватора повітря з низькими значеннями потенціальної температури в межах зони з антициклонічним (а) та циклонічним зсувом вітру (б) [26]. Стрілка показує напрямок еволюції. Якщо розглядати еволюцію хвиль Рос-

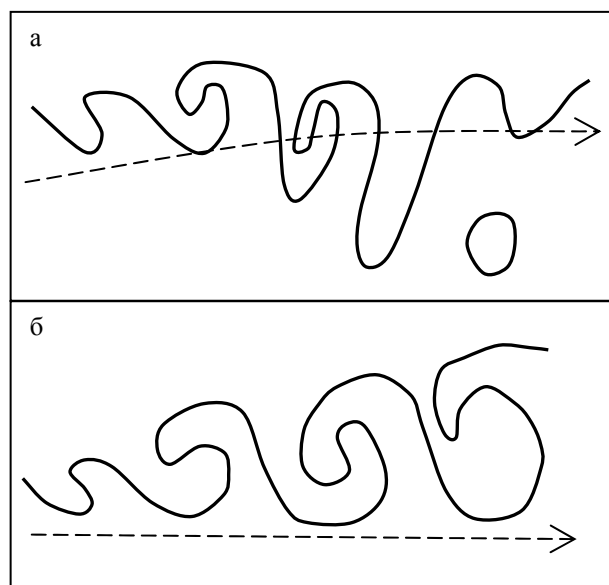


Рис. 1 – Схематичне подання двох типів перекидання хвилі (адаптовано з [26]).

сбі як типову для виникнення блокуючого антициклону у тропосфері, то на АТ-500 гПа вісь баричного

гребеня для випадку антициклонічного зсуву вітру буде орієнтовано з південного заходу на північний схід, а для випадку циклонічного зсуву – з південного сходу на північний захід.

За обох конфігурацій розрахунок індексу блокування забезпечить наявність блокуючого антицикло-

ну над територією, що розглядається.

Дослідження проводилися по 119 випадках блокування, які були виявлені за період дослідження з 1998 по 2008 роки над територією Європи. Усі блокуючі ситуації було класифіковано на три категорії: безпосередньо блокуючий антициклон (I), гребінь з цикло-

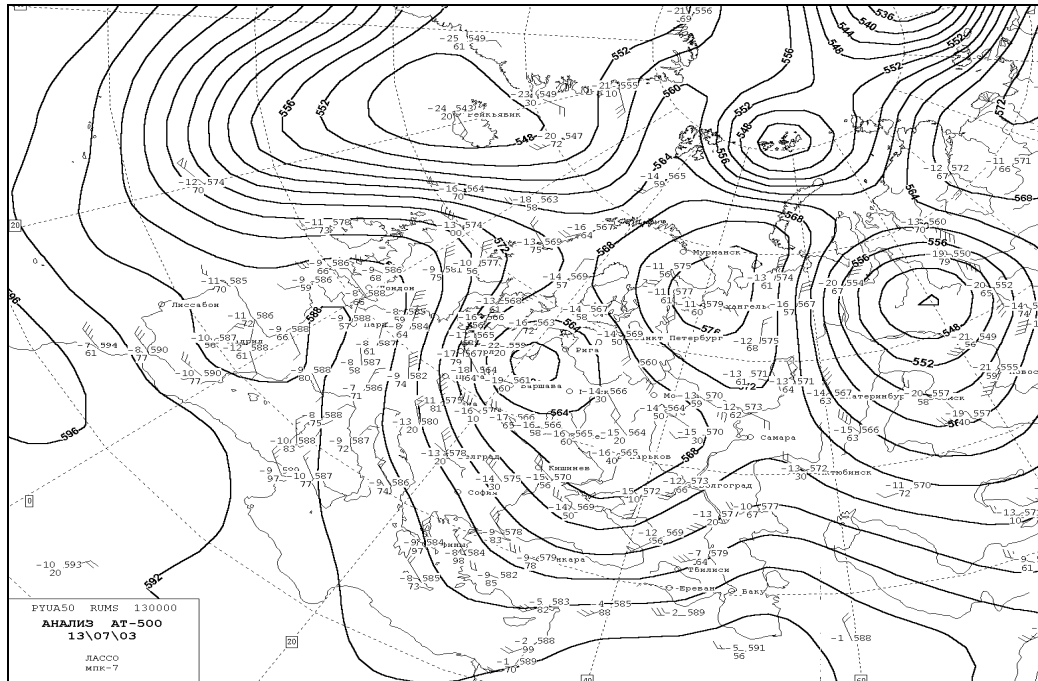


Рис. 2 – Типова синоптична ситуація для категорії блокування блокуючий антициклон.

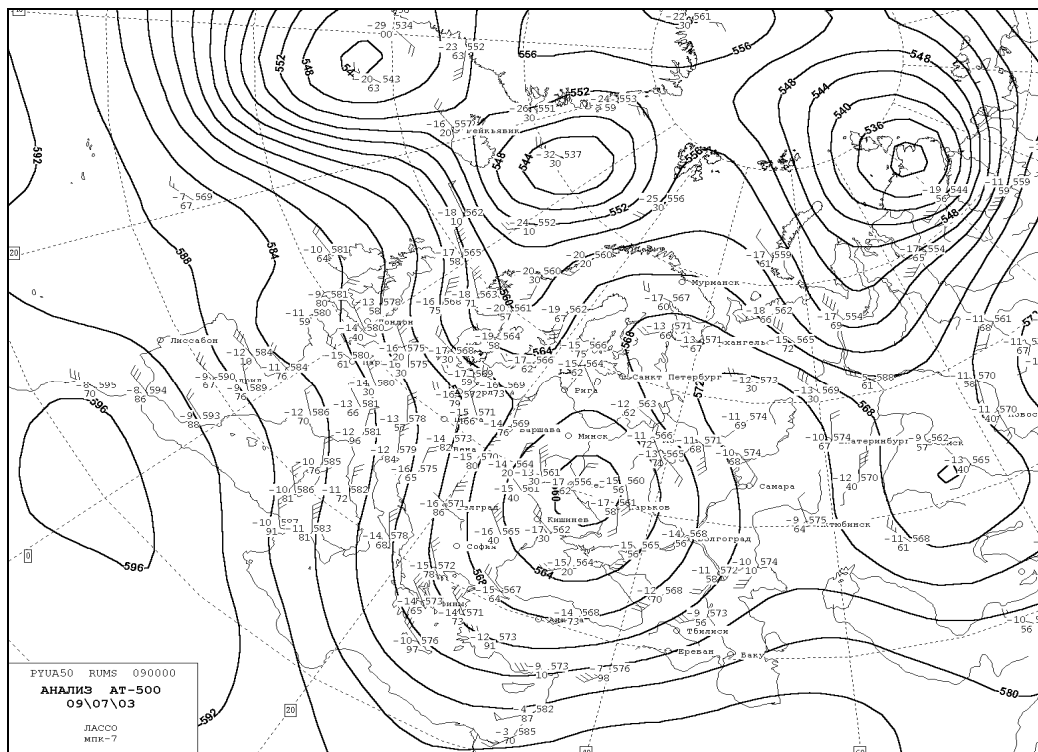


Рис. 3 – Типова синоптична ситуація для категорії блокування гребінь з циклонічним зсувом вітру.

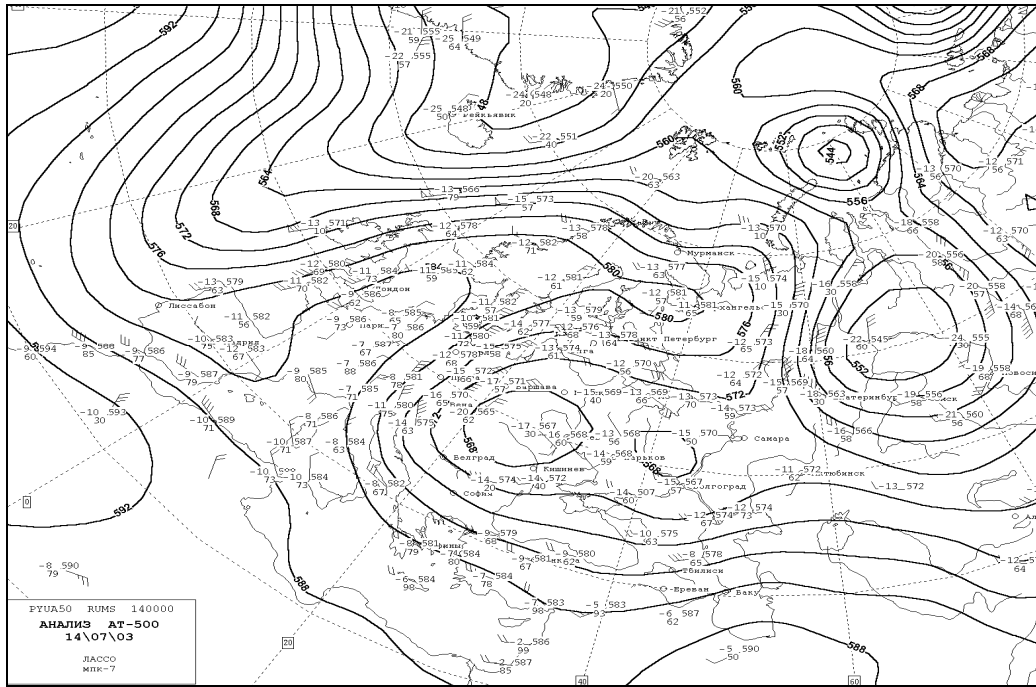


Рис. 4 – Типова синоптична ситуація для категорії блокування гребінь з антициклонічним зсувом вітру.

нічним зсувом вітру, вісь якого має напрямок з південного сходу на північний захід (II) та гребінь з антициклоніальним зсувом вітру, який має орієнтацію з південного заходу на північний схід (III). Ці категорії визначалися на карті АТ-500 гПа. Зрозуміло, що виявити процес, показаний на рис. 1, можна краще на карті АТ-300 гПа або АТ-200 гПа, які розташовані ближче до тропопаузи, але з практичної точки зору краще використовувати дані на АТ-500 гПа, хоча на цьому рівні баричне поле є трохи іншим від наведеного на рис. 1, але на АТ-500 гПа можна побачити сформований центр антициклоніального вихору. Саме тому з'явилася третя категорія – блокуючий антициклон.

Прикладами блокуючого антициклону, гребеня з циклонічним та гребеня з антициклоніальним зсувом вітру можуть бути синоптичні ситуації, наведені на рис. 2–4 відповідно.

За описаною класифікацією було визначено повторюваність категорій блокуючих ситуацій за період з 1998 по 2008 рр. Результати показали, що найбільшу повторюваність (64 випадки) мають блокуючі процеси категорії I, тобто безпосередньо блокуючий антициклон, категорії «гребінь з антициклоніальним зсувом вітру» та «гребінь з циклонічним зсувом вітру» спостерігалися у 32 та 23 випадках відповідно.

#### 4. ВИСНОВКИ

У роботі виконано огляд підходів ідентифікації блокуючих процесів. Діагноз і кількісна параметризація таких ситуацій представляють великий інтерес в області їх вивчення і прогнозування. Не дивлячись на велику кількість робіт, присвячених експериментальному дослідженню блокування, кінцеві результати в

оцінці характеристик блокуючих ситуацій у різних авторів виходять з великим розкидом і їх важко порівнювати і співставляти. У пошуках об'єктивних критеріїв блокування загальної циркуляції атмосфери з метою виявлення закономірностей і оцінки характеристик блокувань у статті пропонується динамічний метод ідентифікації блокуючи антициклонів.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Хромов С.П. Метеорологический словарь / С.П. Хромов – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 568 с.
2. Хандожко Л.А. Региональные синоптические процессы / Л.А. Хандожко – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 103 с.
3. Ивус Г.П., Физика антициклогенеза: [монография] / Г.П. Ивус, В.А. Ефимов – К.: КНТ, 2005. – 208 с.
4. Шаповалова Н.С. Блокирующие образования в атмосфере / Н.С. Шаповалова // Труды ГМЦ СССР. – 1991. – Вып. 316. – С. 68-73.
5. Rex D.F. Blocking action in the middle troposphere and its effect on regional climate. II. The climatology of blocking action. *Tellus*, 1950, vol. 3, pp. 275-301.
6. Шакина Н.П. Блокирующие антициклоны: современное состояние исследований и прогнозирования / Н.П. Шакина, А.Р. Иванова // Метеорология и гидрология. – 2010. – № 11. – С. 5-18.
7. Коровкина Л.В. Синоптико-климатическая характеристика процессов блокирования в атмосфере. Обзорная информация / Л.В. Коровкина // Метеорология. - Обнинск, 1988. – 50 с.
8. Аристов Н.А. Исследование квазистационарных антициклон, характерных для естественных синоптических периодов / Н.А. Аристов // Труды ЦИП. – 1949. – Вып. 19(46). – С. 3-81.
9. Борисова Е.И. Повторяемость некоторых типов стационарных антициклон / Е.И. Борисова, О.Н. Хазова // Труды ЦИП. – 1957. – Вып. 56. – С. 31-70.
10. Кивганов А.Ф. Антициклоны Восточной Европы / А.Ф. Кивганов, О.П. Голощак // Метеорология, климатология и гидрология. – 1998. – Вып. 35. – С. 81-89.
11. Голощак О.П. Блокирующие процессы Восточной Европы / О.П. Голощак // Метеорология, климатология и гидрология. –

1998. – Вып. 35. – С. 90-98.
12. Груза Г.В. Сезонные особенности пространственного распределения индексов блокирования в Северном полушарии / Г.В. Груза, Л.В. Коровкина // *Метеорология и гидрология*. – 1991. – № 3. – С. 108-110.
  13. Lupo A.R., Smith P.J. Climatological features of blocking anticyclones in the Northern Hemisphere. *Tellus*, 1995, vol. 47a, pp. 439-456.
  14. Pelly J.L., Hoskins B.J. A new perspective on blocking. *J. Atmos. Sci.*, 2003, vol. 60, no. 3, pp. 743-755.
  15. Doblas-Reyes F.J. Sensitivity of the Northern Hemisphere blocking frequency to the detection index. *Journal of Geophysical Research*, 2002, vol. 107, no. D2. 0290.
  16. Diao Y. A new blocking index and its application: Blocking action in the Northern Hemisphere. *Journal of Climate*, 2006, vol. 19, no. 19, pp. 4819-4839.
  17. Tyrlis E. Aspects of a Northern Hemisphere atmospheric blocking climatology. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 2008, vol. 65, no. 5, pp. 1638-1652.
  18. Tyrlis E. The morphology of Northern Hemisphere blocking. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 2008, vol. 65, no. 5, pp. 1653-1662.
  19. Barriopedro D. Application of blocking diagnosis methods to General Circulation Models. Part I: a novel detection scheme. *Climate Dynamics*, 2010, vol. 35, no. 7-8, pp. 1373-1391.
  20. Barnes E.A. A methodology for the comparison of blocking climatologies across indices, models and climate scenarios. *Climate Dynamics*, 2012, vol. 38, no. 11-12, pp. 2467-2481.
  21. Weijenborg C. On the direction of Rossby wave breaking in blocking. *Climate Dynamics*, 2012, vol. 39, no. 12, pp. 2823-2831.
  22. Marques R.F.C., Rao V.B. Interannual variations of blockings in the Southern Hemisphere and their energetics. *J. Geophys. Res.*, 2000, vol. 105, pp. 4625-4636.
  23. Burkhardt J.P., Lupo A.R. The planetary- and synoptic-scale interactions in a Southern Pacific blocking episode using PV diagnostics. *J. Atmos. Sci.*, 2005, vol. 62, no. 6, pp. 1901-1916.
  24. Lejenas H., Okland H. Characteristics of Northern Hemisphere blocking as determined from a long time series of observational data. *Tellus*, 1983, vol. 35A, pp. 350-362.
  25. Tibaldi S. On the operational predictability of blocking. *Tellus*, 1990, vol. 42A, no. 3, pp. 343-365.
  26. Thorncroft C.D. Two paradigms of baroclinic-wave life-cycle behaviour. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 1993, vol. 119, pp. 17-55.
  8. Aristov N.A. Issledovaniye kvazistatsyonarnykh antitsyklonov, kharakternykh dlya estestvennykh sinopticheskikh periodov. [The study of quasi-stationary anticyclones characteristic of natural synoptic periods]. *Trudy TSIP - Proc. CIF*, 1949, no. 19(46), pp. 3-81.
  9. Borisova E.I., Khazova O.N. Povtoryaemost' nekotorykh tipov statsyonarnykh antitsyklonov. [Revisit some types of stationary anticyclones]. *Trudy TSIP - Proc. CIF*, 1957, no. 56, pp. 31-70.
  10. Kivganov A.F., Goloshchak O.P. Antitsyklony Vostochnoy Evrohy. [Anticyclones of Eastern Europe]. *Meteorologiya, klimatologiya i gidrologiya Meteorology, climatology and hydrology*, 1998, no. 35, pp. 81-89.
  11. Goloshchak O.P. Blokiruyushchie protsessy Vostochnoy Evrohy. [Blocking processes in Eastern Europe]. *Meteorologiya, klimatologiya i gidrologiya - Meteorology, climatology and hydrology*, 1998, no. 35, pp. 90-98.
  12. Груза Г.В., Коровкина Л.В. Сезонные особенности пространственного распределения индексов блокирования в Северном полушарии. [Seasonal features of the spatial distribution of the index block in the Northern Hemisphere]. *Meteorologiya i gidrologiya - Meteorology and hydrology*, 1991, no. 3, pp. 108-110.
  13. Lupo A.R., Smith P.J. Climatological features of blocking anticyclones in the Northern Hemisphere. *Tellus*, 1995, vol. 47a, pp. 439-456.
  14. Pelly J.L., Hoskins B.J. A new perspective on blocking. *J. Atmos. Sci.*, 2003, vol. 60, no. 3, pp. 743-755.
  15. Doblas-Reyes F.J. Sensitivity of the Northern Hemisphere blocking frequency to the detection index. *Journal of Geophysical Research*, 2002, vol. 107, no. D2. 0290.
  16. Diao Y. A new blocking index and its application: Blocking action in the Northern Hemisphere. *Journal of Climate*, 2006, vol. 19, no. 19, pp. 4819-4839.
  17. Tyrlis E. Aspects of a Northern Hemisphere atmospheric blocking climatology. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 2008, vol. 65, no. 5, pp. 1638-1652.
  18. Tyrlis E. The morphology of Northern Hemisphere blocking. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 2008, vol. 65, no. 5, pp. 1653-1662.
  19. Barriopedro D. Application of blocking diagnosis methods to General Circulation Models. Part I: a novel detection scheme. *Climate Dynamics*, 2010, vol. 35, no. 7-8, pp. 1373-1391.
  20. Barnes E.A. A methodology for the comparison of blocking climatologies across indices, models and climate scenarios. *Climate Dynamics*, 2012, vol. 38, no. 11-12, pp. 2467-2481.
  21. Weijenborg C. On the direction of Rossby wave breaking in blocking. *Climate Dynamics*, 2012, vol. 39, no. 12, pp. 2823-2831.
  22. Marques R.F.C., Rao V.B. Interannual variations of blockings in the Southern Hemisphere and their energetics. *J. Geophys. Res.*, 2000, vol. 105, pp. 4625-4636.
  23. Burkhardt J.P., Lupo A.R. The planetary- and synoptic-scale interactions in a Southern Pacific blocking episode using PV diagnostics. *J. Atmos. Sci.*, 2005, vol. 62, no. 6, pp. 1901-1916.
  24. Lejenas H., Okland H. Characteristics of Northern Hemisphere blocking as determined from a long time series of observational data. *Tellus*, 1983, vol. 35A, pp. 350-362.
  25. Tibaldi S. On the operational predictability of blocking. *Tellus*, 1990, vol. 42A, no. 3, pp. 343-365.
  26. Thorncroft C.D. Two paradigms of baroclinic-wave life-cycle behaviour. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 1993, vol. 119, pp. 17-55.

## REFERENCES

1. Khromov S.P. *Meteorologicheskii slovar'*. [Meteorological dictionary]. Leningrad, 1974. 568 p.
2. Khandozhko L.A. *Regional'nye sinopticheskie protsessy*. [Regional synoptic processes]. Leningrad, 1988. 103 p.
3. Ivus G.P., Efimov V.A. *Fizika antitsyklogeneza*. [Physics anticyclogenesis]. Kyiv, 2005. 208 p.
4. Shapovalova N.S. Blokiruyushchie obrazovaniya v atmosfere. [Blocking obrvzovaniya atmosphere]. *Trudy GMTS SSSR - Proceedings GMC USSR*, 1991, no. 316, pp. 68-73.
5. Rex D.F. Blocking action in the middle troposphere and its effect on regional climate. II. The climatology of blocking action. *Tellus*, 1950, vol. 3, pp. 275-301.
6. Shakina N.P., Ivanova A.R. Blokiruyushchie antitsyklony: sovremennoe sostoyanie issledovaniy i prognozirovaniya. [Blocking anticyclones: the current state of research and forecasting]. *Meteorologiya i gidrologiya - Meteorology and hydrology*, 2010, no. 11, pp. 5-18.
7. Korovkina L.V. *Sinoptiko-klimaticheskaya kharakteristika protsessov blokirovaniya v atmosfere. Obzornaya inforvatsiya*. [Synoptic-climatic characteristic of blocking processes in the atmosphere. Overview]. Meteorologiya. Obninsk, 1988. 50 pp.

## REVIEW OF MODERN APPROACHES TO CLASSIFICATION OF ATMOSPHERIC BLOCKING

**Nedostrelova L.V.**, PhD (Geography)

*Odessa State Environmental University, 15,  
Lvivska Str., 65016 Odessa, Ukraine, nedostrelova@rambler.ru*

Blocking as a large-scale steady atmospheric process is a main reason of weather anomalies existing at weekly and seasonal time scales. It is very interesting to study these processes in view of medium and long-term weather forecasts, atmospheric processes modelling and climate monitoring. There are presently a large number of papers considering climatic features of atmospheric blocking. However the methodological differences in methods of blocking processes detection, the lack of common methods, and differences in the length of studied periods make difficulties for a climatic generalization of blockings. This article aims, on the one part, to review the existing methods suitable for the recognition of blocking processes and, on the other part, to offer an approach which uses the dynamic nature of blocking as basis. According to Tyrlis and Hoskins (2007), the basic characteristic of blocking is considered to be potentially warmer air being found at higher latitudes, i.e. the usual situation is reversal. Also, the spatial scales and duration of real blocking are larger than those for usual synoptic processes; these characteristics can be considered as additional. As a result, an interpretation of the basic blocking requirement is that large-scale wave breaking at the tropopause level is occurring. If consider the evolution of Rossby waves as a usual situation for the formation of blocking anticyclone in the troposphere, the 500-hpa geopotential height map can show that a horizontal axis of the baric ridge is oriented from southern west to northern east in the case of anticyclonic wind shear and from southern east to northern west in the case of cyclonic one. Both these configurations allow the atmospheric blocking by using different approaches to the calculation of blocking indices. The proposed approach was used to study and classify atmospheric blockings in Europe during the period from 1998 to 2008.

**Keywords:** blocking anticyclone, classification of blocking processes, dynamic approach.

## ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ПОДХОДОВ К ТИПИЗАЦИИ БЛОКИРУЮЩИХ ПОДХОДОВ

**Недострелова Л.В.**, к.геогр.н.

*Одесский государственный экологический университет,  
ул. Львовская, 15, 65016 Одесса, Украина, nedostrelova@rambler.ru*

В статье сделан обзор научных подходов идентификации блокирующих ситуаций. Предложен динамический подход типизации блокирующих ситуаций по конфигурации изогипс на картах АТ-500 гПа. По предложенной методике исследованы и сделана классификация блокирующих антициклонов над территорией Европы за период с 1998 по 2008 гг.

**Ключевые слова:** блокирующий антициклон, типизация блокирующих процессов, динамический подход.

*Дата первого представления: 12.02.2015  
Дата поступления окончательной версии: 18.09.2015  
Дата опубликования статьи: 24.09.2015*