

ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРІКЛАДНІ ПРОБЛЕМИ МЕТЕОРОЛОГІЇ ТА КЛІМАТОЛОГІЇ

УДК 551.515

Недострелова Л. В.
Одеський державний
екологічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ СТАТИСТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ІНТЕГРАЛЬНИХ ПЕРЕНОСІВ ЕНЕРГІЇ В БЛОКУЮЧИХ ПРОЦЕСАХ

Ключові слова: інтегральні переноси енергії, блокуючі процеси, статистичні оцінки

Постановка проблеми. Блокуючий антициклон є окремим випадком високого стаціонарного обширного антициклону [1]. Такі антициклони простежуються по 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 шляхом їх злиття або регенерації. В інших випадках вони виникають в результаті відсікання північних частин висотних гребенів при широтних перетвореннях термобаричного поля тропосфери. Необхідно відмітити, що блокуючі процеси як ситуації, які викликають аномалії погоди, активно досліджуються вченими починаючи з другої половини 20 сторіччя. Але, не дивлячись на це, чіткого визначення блокуючого процесу в даний час не існує. Можливо, це пов'язано з різними точками зору авторів на наукову проблему. Метою статті є визначення статистичних оцінок енергетичних переносів в атмосфері для виявлення особливостей еволюції блокуючих процесів.

Матеріали та методи дослідження. Енергетика глобальної атмосфери досліджується вже протягом 50 років. Взявши за основу зонально симетричну структуру глобальної атмосфери, Лоренц у 1955 р. [2] розділив кінетичну та доступну потенціальну енергії на середньозональні та вихрові компоненти, а також сформулював перетворення одного виду енергії в інший, ґрунтуючись на ейлеровій середній меридіональній циркуляції. Поняття ейлерової середньої (ЕС) припускає визначення середньозональних величин на ізобаричних поверхнях та відхилень від них, що мають назву "вихрових". Як впливає з

назв, запаси одних видів енергії в атмосфері визначаються зональними (середніми по широтному колу) величинами, а інші – відхиленнями від них. Хоч у подальшому були запропоновані інші формулювання [3, 4-6] членів переходу одного виду енергії в інший, які відрізняються від оригінального Лоренца, до теперішнього часу при визначенні атмосферного енергетичного циклу незмінно використовуються саме ці види енергії.

Використаємо систему рівнянь для бюджетів кінетичної та доступної потенціальної енергії, яка може застосовуватися для відкритих атмосферних систем, якими є циклони і антициклони [7]. Для розрахунку вмісту енергії та потоків використаємо об'єм атмосфери, обмежений меридіанами λ_1 і λ_2 , широтними колами φ_1 і φ_2 та ізобаричними поверхнями p_1 і p_2 , де $p_1 < p_2$. Тоді, середнє зональне значення змінної X визначається, як

$$[X]_{\lambda} = \frac{1}{\lambda_2 - \lambda_1} \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} X d\lambda. \quad (1)$$

Вихрова складова X є відхиленням цього параметра від його середнє зонального значення

$$(X)_{\lambda} = X - [X]_{\lambda}. \quad (2)$$

Середнє меридіональне значення визначається, як

$$[X]_{\varphi} = \frac{1}{\sin \varphi_2 - \sin \varphi_1} \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} X \cos \varphi d\varphi. \quad (3)$$

Тоді, використовуючи формули (1) і (3), середнє значення на ізобаричній поверхні змінної X визначається через (4):

$$[X]_{\lambda\varphi} = \frac{\int_y \int_x X dx dy}{\int_y \int_x dx dy} = \frac{\int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} X a^2 \cos \varphi d\lambda d\varphi}{\int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} a^2 \cos \varphi d\lambda d\varphi} =$$

$$= \frac{1}{(\lambda_2 - \lambda_1)(\sin \varphi_2 - \sin \varphi_1)} \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} X \cos \varphi d\lambda d\varphi. \quad (4)$$

Очевидно, що це середнє значення на ізобаричній поверхні є еквівалентом послідовного осереднення за широтним колом та меридіаном. Використовуючи цю середню величину та припускаючи гідростатичну рівновагу, інтеграл по вертикалі на одиницю площі визначається, як

$$\frac{1}{g} \int_{p_1}^{p_2} [X]_{\lambda\varphi} dp. \quad (5)$$

$$BX = -\frac{1}{g(\lambda_2 - \lambda_1)(\sin \varphi_2 - \sin \varphi_1)} \int_{p_1}^{p_2} \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \left(\nabla_h \cdot X \mathbf{v}_2 + \frac{\partial X \tau}{\partial p} \right) \cos \varphi d\lambda d\varphi dp =$$

$$= \frac{c_1}{g} \int_{p_1}^{p_2} \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} (Xu)_{\lambda_1}^{\lambda_2} d\varphi dp + \frac{c_2}{g} \int_{p_1}^{p_2} ([Xv \cos \varphi]_{\lambda})_{\varphi_1}^{\varphi_2} dp - \frac{1}{g} ([X\tau]_{\lambda})_{p_1}^{p_2}, \quad (7)$$

де ∇_h – оператор горизонтальної дивергенції;

$$c_1 = -\frac{1}{a(\lambda_2 - \lambda_1)(\sin \varphi_2 - \sin \varphi_1)};$$

$$c_2 = -\frac{1}{a(\sin \varphi_2 - \sin \varphi_1)}.$$

Для того, щоб розділити доступну потенціальну енергію (ДПЕ) на зональну та вихрову складові, застосуємо виведену Лоренцем наближену формулу. Використовуючи вирази (2) і (6), відхилення температури можна записати у вигляді

$$(T - [T]_{\lambda\varphi})^2 = ([T]_{\lambda})_{\varphi}^2 + 2([T]_{\lambda})_{\varphi} (T)_{\lambda} + (T)_{\lambda}^2$$

Інтегруючи по масі об'єму атмосфери, що розглядається, та маючи на увазі, що член, який містить тільки відхилення від середнього зонального значення $(T)_{\lambda}^2$ прямує до нуля при осередненні за площиною, зональна і вихрова ДПЕ задаються виразами:

Вираз (5) використовується для розрахунку енергії та її перетворень. Величина, визначена членами вищезгаданих співвідношень,

$$([X]_{\lambda})_{\varphi} = [X]_{\lambda} - [X]_{\lambda\varphi} \quad (6)$$

не змінюється по широтному колу.

Середня на ізобаричній поверхні повна (горизонтальна та вертикальна) дивергенція потоку змінної X задається через

$$P_Z = \int_{p_1}^{p_2} \frac{([T]_{\lambda})_{\varphi}^2 [X]_{\lambda\varphi}}{2[\sigma]_{\lambda\varphi}} dp, \quad (9)$$

$$P_E = \int_{p_1}^{p_2} \frac{([T]_{\lambda})_{\lambda\varphi}^2 [X]_{\lambda\varphi}}{2[\sigma]_{\lambda\varphi}} dp, \quad (10)$$

де інтеграл стосується об'єму, який визначається горизонтальними розмірами розрахункової сітки (обмеженої меридіанами λ_1 і λ_2 та широтними колами φ_1 і φ_2) і певними ізобаричними поверхнями (p_1 і p_2 , $p_1 < p_2$) по вертикалі. Зональна ДПЕ відповідає зонально осередненому полю, а вихрова – кількості ДПЕ, що залишилася [8].

У виразах (9) і (10) для розрахунку ДПЕ та у подальших формулах для переносу ДПЕ застосовується параметр статичної стійкості

$$[\sigma]_{\lambda\varphi} = \left[\frac{gT}{c_p} - \frac{pg}{R} \frac{\partial T}{\partial p} \right]_{\lambda\varphi}. \quad (11)$$

Цей вираз для статичної стійкості відповідає оригінальному формулюванню Лоренца и надає можливість прямого застосування полів метеорологічних величин для розрахунків. Під час виведення наближених формул (9) і (10) для ДПЕ було зроблено неявно два основних припущення. По-перше, локальні зміни статичної стійкості на ізобаричних поверхнях придушуються використанням осереднення на кожній ізобаричній поверхні, тобто $[\sigma]_{\lambda\varphi}$. По-друге, локальна швидкість зміни члена статичної стійкості у часі дорівнює нулю, тобто $\partial[\sigma]_{\lambda\varphi}/\partial t = 0$. Залучення фактора статичної стійкості, осередненого по ізобаричній поверхні, до досліджень атмосферної енергетики синоптичного масштабу є практичним рішенням, тому що має істотну перевагу над параметром стійкості, який змінюється у просторі. Ця перевага полягає у тому, що можна здолати труднощі при розрахунку ДПЕ у районах з вертикальним градієнтом температури, який наближається до величини сухоадіабатичного градієнта.

$$u^2 + v^2 = [u]_{\lambda\varphi}^2 + [v]_{\lambda\varphi}^2 + 2\{[u]_{\lambda} (u)_{\lambda} + [v]_{\lambda} (v)_{\lambda}\} + (u)_{\lambda}^2 + (v)_{\lambda}^2. \quad (12)$$

Інтегруючи по масі об'єму, який розглядається, та беручи до уваги, що члени, які містять тільки відхилення від середнього зонального значення $(u)_{\lambda}$ і $(v)_{\lambda}$, прямують до нуля при осередненні по площі, зональна та вихрова кінетична енергія може бути виражена формулами:

$$K_Z = \int_{p_1}^{p_2} \frac{[u]_{\lambda}^2 + [v]_{\lambda}^2}{2g} dp, \quad (13)$$

$$K_E = \int_{p_1}^{p_2} \frac{(u)_{\lambda}^2 + (v)_{\lambda}^2}{2g} dp. \quad (14)$$

Зональна KE відповідає зональному осередненому рухові, а вихрова KE – кількості кінетичної енергії, що залишилася.

Згадані вище форми енергії (формули 9, 10, 13, 14), їх перетворення, генерація ДПЕ

Проблема застосування осередненого за площею параметра статичної стійкості в діагностичних дослідженнях критикувалася Даттоном і Джонсоном [9]. Вони аргументували, що значущість статичної стійкості, яка змінюється, не може ігноруватися, тому що внески у ДПЕ від рівнів, які стратифіковані майже нейтрально (стосовно сухоадіабатичного градієнта), можуть бути набагато більшим, ніж внески у ДПЕ, визначені за допомогою осередненого по площі параметра статичної стійкості. Дійсно, в локальних вертикальних профілях температури простежуються такі нейтрально стратифіковані шари біля земної поверхні, на середньому рівні та у верхній тропосфері, пов'язані зазвичай з тривалим низхідним потоком. Але такі шари обмежені по товщині і, як правило, не проявляються у полі температури низького розділення по вертикалі. Також, якщо прогрів має місце у менш стійкому повітрі, що часто має місце у циклонах, генерація вихрової ДПЕ буде збільшуватися.

Згідно з розділенням ДПЕ, кінетична енергія також розділяється на зональну та вихрову складові використанням (2), тобто

та дисипація KE визначають потік енергії, який є достатнім для опису енергетики атмосфери у замкненій системі, в якій не розглядаються зовнішні межі, а вертикальні швидкості на вершині та унизу системи дорівнюють нулю. У відкритій атмосферній системі визначення бокових меж припускає, що потрібно брати до уваги перенос енергії повз межу. Ці процеси переносу для P_Z , P_E , K_Z і K_E позначимо через BPZ , BPE , BKZ і BKE , відповідно.

Перенос повз межу ДПЕ визначається інтегралом повної дивергенції потоку ДПЕ. Беручи до уваги, що ДПЕ визначається у членах зміни поля температури і що ці зміни можна розкласти, перенос повз межу зональної та вихрової складових ДПЕ можна записати у вигляді:

$$\begin{aligned}
BPZ = & c_1 \int_{p_1}^{p_2} \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \frac{1}{2[\sigma]_{\lambda\varphi}} \left(u \{ ([T]_{\lambda})_{\varphi}^2 + 2([T]_{\lambda})_{\varphi} (T)_{\lambda} \} \right)_{\lambda_1}^{\lambda_2} d\varphi dp + \\
& + c_2 \int_{p_1}^{p_2} \frac{1}{2[\sigma]_{\lambda\varphi}} \left([v \cos \varphi \{ ([T]_{\lambda})_{\varphi}^2 + 2([T]_{\lambda})_{\varphi} (T)_{\lambda} \}]_{\lambda} \right)_{\varphi_1}^{\varphi_2} dp - \\
& - \frac{1}{2[\sigma]_{\lambda\varphi}} \left([\tau \{ ([T]_{\lambda})_{\varphi}^2 + 2([T]_{\lambda})_{\varphi} (T)_{\lambda} \}]_{\lambda\varphi} \right)_{p_1}^{p_2},
\end{aligned} \tag{15}$$

$$\begin{aligned}
BPE = & c_1 \int_{p_1}^{p_2} \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \frac{1}{2[\sigma]_{\lambda\varphi}} \left(u(T)_{\lambda}^2 \right)_{\lambda_1}^{\lambda_2} d\varphi dp + \\
& + c_2 \int_{p_1}^{p_2} \frac{1}{2[\sigma]_{\lambda\varphi}} \left([v \cos \varphi (T)_{\lambda}^2]_{\lambda} \right)_{\varphi_1}^{\varphi_2} dp - \frac{1}{2[\sigma]_{\lambda\varphi}} \left([\tau (T)_{\lambda}^2]_{\lambda\varphi} \right)_{p_1}^{p_2}.
\end{aligned} \tag{16}$$

Незважаючи на те, що член, який містить тільки $(T)_{\lambda}$, прямує до нуля в області осереднення і розділення ДПЕ має вигляд рівнянь (9) і (10), він повинен бути залишений при визначенні переносу ДПЕ повз межу. Відповідна величина переносу енергії, таким чином, повністю приписується BPZ , хоч він

не представляє виключно перенос повз межу P_Z . Аналогічно, перенос повз межу КЕ визначається інтегралом повної дивергенції потоку КЕ. Розкладаючи горизонтальну швидкість, як це зроблено в (12), переноси повз межу зонального та вихрового компонентів КЕ можна записати, як

$$\begin{aligned}
BKZ = & c_1 \int_{p_1}^{p_2} \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \frac{1}{2g} \left(u \{ [u]_{\lambda\varphi}^2 + [v]_{\lambda\varphi}^2 + 2\{ [u]_{\lambda} (u)_{\lambda} + [v]_{\lambda} (v)_{\lambda} \} \} \right)_{\lambda_1}^{\lambda_2} d\varphi dp + \\
& + c_2 \int_{p_1}^{p_2} \frac{1}{2g} \left([v \cos \varphi \{ [u]_{\lambda\varphi}^2 + [v]_{\lambda\varphi}^2 + 2\{ [u]_{\lambda} (u)_{\lambda} + [v]_{\lambda} (v)_{\lambda} \} \}]_{\lambda} \right)_{\varphi_1}^{\varphi_2} dp - \\
& - \frac{1}{2g} \left([\tau \{ [u]_{\lambda\varphi}^2 + [v]_{\lambda\varphi}^2 + 2\{ [u]_{\lambda} (u)_{\lambda} + [v]_{\lambda} (v)_{\lambda} \} \}]_{\lambda\varphi} \right)_{p_1}^{p_2},
\end{aligned} \tag{17}$$

$$\begin{aligned}
BKE = & c_1 \int_{p_1}^{p_2} \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \frac{1}{2g} \left(u \{ (u)_{\lambda}^2 + (v)_{\lambda}^2 \} \right)_{\lambda_1}^{\lambda_2} d\varphi dp + \\
& + c_2 \int_{p_1}^{p_2} \frac{1}{2g} \left([v \cos \varphi \{ (u)_{\lambda}^2 + (v)_{\lambda}^2 \}]_{\lambda} \right)_{\varphi_1}^{\varphi_2} dp - \\
& - \frac{1}{2g} \left([\tau \{ (u)_{\lambda}^2 + (v)_{\lambda}^2 \}]_{\lambda\varphi} \right)_{p_1}^{p_2}.
\end{aligned} \tag{18}$$

Як пояснюється в обговоренні рівняння (12), члени, які містять тільки $(u)_{\lambda}$ і $(v)_{\lambda}$, прямують до нуля при осередненні по площі і розділення КЕ на частини набуває вигляд рівнянь (13) і (14). Але при визначенні переносу КЕ повз межу ці члени потрібно залишити. Відповідна величина переносу енергії, таким чином, повністю описується BKZ , хоч вони й не мають відношення виключно до переносу повз межу K_Z .

Результати дослідження та їх аналіз.

За допомогою формул (15-18) було розраховано інтегральні енергетичні потоки в атмосфері в умовах блокуючого процесу. У дослідженні використовувалися дані про метеорологічні величини у вузлах регулярної широтно-довготної сітки на ізобаричних поверхнях від AT_{1000} до AT_{100} для області, яка в горизонтальній площині обмежена 40° і 70° півн.ш. та 0° і 70° сх.д. Ці дані отримані з

сервера NCEP-NCAR, їх горизонтальне розділення становить 2,5° по широті та довготі. Через те, що вони використовуються для вивчення процесів синоптичного масштабу, їх репрезентативність може вважатися цілком задовільною. Метеорологічні величини, що використовуються у дослідженнях, це зональна та меридіональна складові вектора швидкості вітру u і v , аналог вертикальної швидкості в ізобаричній системі координат τ та температури повітря T . Період дослідження складає 11 років – з 1 січня 1998 по 31 грудня 2008 року. Розрахунки проводилися по 119 випадках блокування, які були виявлені за період дослідження над територією Європи. Усі

блокуючі ситуації було класифіковано на три категорії: безпосередньо блокуючий антициклон (I), гребінь з циклонічним зсувом вітру, вісь якого має напрямок з південного сходу на північний захід (II) та гребінь з антициклонічним зсувом вітру, який має орієнтацію з південного заходу на північний схід (III). Далі отримані результати було сформовано у статистичні ряди і по ним отримані такі статистичні параметри: максимальне (X_{max}), мінімальне (X_{min}), середнє арифметичне (\bar{X}) значення та дисперсія (S_x^2). Отримані результати представлено в таблиці.

Таблиця – Статистичні параметри інтегральних переносів енергії (Вт/м²) у блокуючих процесах

Енергетичні характеристики	Статистичні параметри	Категорія I (Az)	Категорія II (Пд-Сх)	Категорія III (Пд-Зах)
<i>BPZ</i>	X_{max}	1,08	0,86	-0,64
	X_{min}	-4,37	-7,84	-17,33
	\bar{X}	-0,61	-2,89	-5,64
	S_x^2	1,19	2,66	5,81
<i>BPE</i>	X_{max}	0,25	0,17	0,38
	X_{min}	-0,37	-2,48	-1,96
	\bar{X}	-0,09	-0,91	-0,78
	S_x^2	0,02	0,14	0,10
<i>BKZ</i>	X_{max}	3,01	4,17	1,56
	X_{min}	-3,12	-2,64	-5,68
	\bar{X}	-0,37	-0,51	-2,47
	S_x^2	0,74	0,86	1,85
<i>BKE</i>	X_{max}	1,85	2,17	2,86
	X_{min}	-1,76	-1,88	-3,42
	\bar{X}	-0,31	0,18	-0,17
	S_x^2	0,52	0,19	0,86

З таблиці видно, що всі категорії блокуючих процесів можуть як отримувати різні види енергії, так і віддавати. Виключенням з цього є тільки інтегральний перенос середньозональної потенціальної енергії *BPZ* в категорії III. Цей гребінь свою енергію завжди віддає оточуючому середовищу.

Інтегральний потік *BPZ* збільшується і має додатні значення при: утворенні висотних антициклону і циклону, наявності висотної адвекції тепла і адвекції холоду. *BPZ* зменшується і має від'ємні значення при: переміщенні в область дослідження приземного циклону, відсутності великих контрастів температури. Інтегральний потік *BPE* збільшується і має від'ємні значення при: переміщенні в область дослідження приземного циклону, перебудові висотного баричного поля. *BPE* зменшується і має

від'ємні значення при: збільшенні висотної дисперсії температури. Інтегральний потік *BKZ* збільшується і має додатні значення при: утворенні висотних антициклону й циклону, посиленні фронтальної діяльності. *BKZ* зменшується і має від'ємні значення при: переміщенні в область дослідження приземного циклону, перебудові висотного баричного поля, на стадії максимального розвитку антициклону біля землі. Інтегральний потік *BKE* збільшується і має додатні значення при: перебудові висотного баричного поля, утворенні висотних антициклону й циклону, послабленні антициклону біля землі, наявності фронтів. *BKE* зменшується і має від'ємні значення при: на стадії заповнення циклону біля землі, руйнуванні висотного антициклону, на стадії максимального розвитку антициклону біля землі.

Список літератури

1. Коровкина Л. В. Синоптико-климатическая характеристика процессов блокирования в атмосфере: Обзорная информация. Метеорология / Л. В. Коровкина – Обнинск, 1988. – 50 с. 2. Lorenz E. N. Available potential energy and the maintenance of the general circulation / E. N. Lorenz // Tellus. – 1955. – Vol. 7. – P. 157-167. 3. Хохлов В. Н. Энергетика общей циркуляции атмосферы / В. Н. Хохлов. – Одесса : ТЭС, 2004. – 132 с. 4. Plumb R.A. A new look at the energy cycle / R. A. Plumb // J. Atmos. Sci. – 1983. – Vol. 40. – P. 1669-1688. 5. Hayashi Y. A modification of the atmospheric energy cycle / Yoshikazu Hayashi // J. Atmos. Sci. – 1987. – Vol. 44. – P. 2006-2017. 6. Iwasaki T. Atmospheric energy cycle viewed from wave-mean-flow interaction and Lagrangian mean circulation / Toshiki Iwasaki // J. Atmos. Sci. – 2001. – Vol. 58. – P. 3036-3052. 7. Michaelides S.C. Quasi-Lagrangian energetics of an intense Mediterranean cyclone / S. Chr. Michaelides, N. G. Prezerakos, H. A. Flocas // Quarterly J. of the Royal Meteorological Society. – 1999. – Vol. 125. – P. 139-168. 8. Хохлов В. М. Энергетика атмосферы: Конспект лекцій / В.М. Хохлов. – Одесса : Екологія, 2008.– 62 с. 9. Dutton J. A. The theory of available potential energy and a variational approach to atmospheric energetics / J. A. Dutton, D. R. Johnson // Advances in geophysics / H.E. Landsberg, J.V. Mieghem (Eds.). – NY : Academic Press., 1967. – P. 333-436.

Недострелова Л. В. Дослідження статистичних характеристик інтегральних переносів енергії в блокуючих процесах. Для дослідження інтегральних переносів енергії блокуючих процесів над територією Європи розраховано та проаналізовано статистичні характеристики енергетичних потоків. В статті використано динамічний метод для класифікації блокуючих антициклонів.

Ключові слова: інтегральні переноси енергії, блокуючі процеси, статистичні оцінки.

Nedostrelova L. V. A study of the statistical characteristics of integrated energy transfers to the blocking process. To study the integrated energy transfer processes blocking over Europe designed and analyzed statistical characteristics of energy flows. The paper uses a dynamic method for classification of blocking anticyclones. Blocking anticyclone is a special case of high patient vast anticyclone. These anticyclones are observed throughout the thickness of the troposphere and lower stratosphere. Front sections and altitude frontal zone are on the peripheries of these entities, which are components of tall deformation fields, because they themselves determine the nature of circulation over large areas. The stationary anticyclones can develop on the pressure front formed by mergers or regeneration. In other cases, they result from clipping the northern parts of tall ridges at latitude transformations thermobaric field troposphere. It should be noted that blocking processes as situations that cause weather anomalies actively studied by scientists since the second half of the 20th century. But, despite this, a clear definition of blocking the process currently exists. Perhaps this is due to the different points of view of authors on a scientific problem. The article is to define the statistical evaluations of energy transfer in the atmosphere to detect features of the evolution of blocking processes. Obtained in the results based on the use of traditional and modern methods of study energetic properties synoptic scale eddies on the basis of common databases hydrometeorological information. This improves the scientific understanding of the dynamic processes that occur during the formation of a blocking process in the atmosphere. On the other hand, given the relatively long period of evolution blocking anticyclone, this understanding can improve methods of medium and long term weather forecast, especially with regard to its extreme manifestations associated with the process of blocking - droughts, heat waves, rain and more on the periphery of anticyclone.

Keywords: Integral energy transfer, blocking processes, statistical evaluation.

Недострелова Л.В. Исследование статистических характеристик интегральных переносов энергии в блокирующих процессах. Для исследования интегральных переносов энергии блокирующих процессов над территорией Европы рассчитаны и проанализированы статистические характеристики энергетических потоков. В статье использован динамический метод для классификации блокирующих антициклонов.

Ключевые слова: интегральные переносы энергии, блокирующие процессы, статистические оценки.

Надійшла до редколегії 22.08.2016