

International Young Scientists School and Conference
on Computational Information Technologies
for Environmental Sciences

CITES '2019

**27 May – 6 June 2019
Moscow, Russia**



Международная молодежная школа и конференция
по вычислительно-информационным технологиям
для наук об окружающей среде

CITES '2019

**27 мая – 6 июня 2019
Москва, Россия**



Организаторы CITES' 2019

Институт вычислительной математики
им. Г.И. Марчука РАН,

Институт мониторинга климатических
и экологических систем СО РАН

Гидрометцентр РФ,

при поддержке
Международного центра
теоретической физики,

Всемирной
программы исследований климата,

Российского фонда
фундаментальных исследований,
(проект № 19-05-20067 Научные мероприятия).

CITES' 2019 organizers

Marchuk Institute of Numerical Mathematics
Russian Academy of Sciences (RAS),

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological
Systems (Siberian Branch of RAS)

Hydrometeorological Research Centre of Russia,

with the support of
International Centre
for Theoretical Physics (ICTP),

World Climate
Research Program,

Russian Foundation
for Basic Research
(Grant № 19-05-20067).

7. Scaife A., Arribas A., Blockley E., Brookshaw A., Clark R. T., Dunstone N., Eade R., Fereday D., Folland C. K., Gordon M., Hermanson L., Knight J. R., Lea D. J., MacLachlan C., Maidens A., Martin M., Peterson A. K., Smith D., Vellinga M., Wallace E., Waters J., and Williams A. Skillful long-range prediction of European and North American winters // *Geophys. Res. Lett.* 2014. V.41. P.2514-2519.
8. Fadeev R. Yu., Ushakov K. V., Tolstykh M. A., Ibrayev R. A. Design and development of the SLAV-IN-MIO-CICE coupled model for seasonal prediction and climate research // *Russian J. Numer. An & Math. Mod.* 2018 V. 33 No.6 P. 333-340.

Особенности развития блокирующих процессов в Северном и Южном полушариях

¹Кононова Н.К., ²Морозова С.В.

¹ Институт географии РАН, Москва, Россия

² Кафедра климатологии географического факультета Саратовского государственного университета, Саратов, Россия

E-mail: NinaKononova@yandex.ru, swetwl@yandex.ru

Исследование таких крупномасштабных устойчивых процессов в атмосфере, как блокинг, представляет большой научный и практический интерес, поскольку процессы блокирования остаются основными при формировании крупных аномалий климата и погодных условий.

В настоящей работе с применением синоптического подхода поставлена задача рассмотреть механизмы формирования блокингов в Южном полушарии и выявить особенности установлении блокирующих режимов в Северном и Южном полушариях.

Для анализа использованы карты погоды Гидрометцентра РФ для Северного и Южного полушарий. По Календарю последовательной смены элементарных циркуляционных механизмов (ЭЦМ) [3] выбрали ЭЦМ с одним, двумя, тремя и четырьмя блокирующими процессами и рассматривалось их развитие на протяжении действия ЭЦМ.

Б.Л.Дзердзеевским [1, 2] установлено, что блокирующие процессы развиваются одновременно в Северном и Южном полушариях примерно на одних и тех же долготах. При этом происходит соединение арктического/антарктического антициклона с субтропическим. Для Северного полушария механизм объединения арктического и субтропического антициклонов известен и заключается в движении арктических антициклонов с южной (чаще – юго-восточной) составляющей, в результате чего происходит пополнение субтропической полосы высокого давления свежими арктическими ядрами.

При изучении циркуляционных механизмов в Южном полушарии было установлено, что процесс слияния антарктического и субтропического антициклонов происходит совершенно по-другому, чем в Северном. Основное отличие заключается в том, что, если в Северном полушарии, как правило, гребень арктического антициклона распространяется в низкие широты, то в Южном гребень субтропического антициклона вытягивается в область высоких широт, в сторону Антарктиды.

В качестве примера, иллюстрирующего эти особенности, приведем описание процессов, развивавшихся 5 августа в Северном (лето) и Южном (зима) полушариях.

В Северном полушарии в этот день существовал ЭЦМ 12а с четырьмя блокирующими процессами: над Атлантикой, Тихим океаном, Восточной Сибирью и Америкой. В Северном полушарии над Атлантикой происходило арктическое вторжение в тылу серии южных циклонов, над Тихим океаном - в тылу алеутского циклона, на Аляску - в тылу циклона над Америкой, и на Восточную Сибирь - в тылу дальневосточной циклонической системы. Во всех случаях в тылу циклонов воздушные потоки направлены с севера на юг.

В Южном полушарии в это же время наблюдалось тоже четыре ситуации блокирования. В Атлантике, в тылу циклона у восточных берегов Америки, воздушные потоки также были направлены с севера на юг, т. е. от субтропиков к Антарктиде, поэтому блокирующий процесс в тылу этого циклона развивался вытягиванием гребня субтропического антициклона к Антарктиде. Отметим, что над ней в это время не существовало замкнутого антициклонического очага. В Тихом океане в тылу циклона с центром севернее станции Молодёжная располагался гребень субтропического антициклона, заканчивающийся небольшим самостоятельным ядром в районе полярного круга между станциями Восток и Амундсен-Скотт. Третий гребень сформировался в тылу циклона, расположенного южнее Австралии у берегов Антарктиды. Четвёртый протянулся от Южной Америки к станции Амундсен-Скотт.

Характер изменения температуры воздуха в Северном и Южном полушариях при формировании блокирующих процессов в тылу циклонов также различен. Если в Северном полушарии при арктическом вторжении похолодание распространяется с севера на юг, то в Южном полушарии с началом вытя-

гивания гребня субтропического антициклона с севера на юг, от субтропиков к Антарктике, распространяется теплый воздух. .

Таким образом, в тыл циклонов и Северного, и Южного полушарий часто распространяются гребни высокого давления. Однако в Северном полушарии они имеют арктическое происхождение, а в Южном - субтропическое. Возможно, такое различие связано с тем, что антарктический антициклон гораздо интенсивнее и больше по площади, чем арктический, и вынуждает субтропические гребни распространяться в направлении области, занимаемой им. Эти особенности следует учитывать при анализе циркуляции атмосферы системы планеты Земля.

Заключение. В Северном полушарии формирование блокирующих процессов обычно начинается с арктического вторжения, проникающего на юг до соединения с субтропическим антициклоном.

В Южном полушарии, как правило, развитие блокирующего процесса осуществляется вытягиванием гребня субтропического антициклона к полюсу и последующим соединением его с антарктическим антициклоном.

Литература:

1. Дзердзеевский Б.Л. Сравнение главнейших закономерностей циркуляции атмосферы над Северным и Южным полушариями. // Информационный бюллетень Советской Антарктической экспедиции, 1967, № 65, с.58-68.
2. Б.Л. Дзердзеевский. Избранные труды. Изд. «Наука», 1975, с. 149-158.
3. Колебания циркуляции атмосферы в XX - начале XXI века. [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://www.atmospheric-circulation.ru>.

Differences in the formation of blocking processes in the Northern and Southern Hemispheres

¹Kononova N.K., ²Morozova S.V.

¹Institute of Geography RAS, Moscow, Russia

²Department of Climatology, Faculty of Geography, Saratov State University, Saratov, Russia

E-mail: NinaKononova@yandex.ru, swetwl@yandex.ru

INTRODUCTION

The study of blocking is of great scientific and practical interest. These are large-scale stable processes in the atmosphere. They cause weather and climate abnormalities. The study of these phenomena is important for monitoring the current climate, modeling atmospheric processes, medium-term and long-term weather forecasts.

The study of blocking is carried out: climatic methods, synoptic methods and hydrodynamic methods.

A climatic study of blockings has established areas of increased and decreased their frequency of occurrence. The seasonal distribution of blockings is described. The maximum frequency of blocking in the northern hemisphere is observed in the eastern Atlantic, Europe, and the eastern Pacific [3]. The maximum frequency of blocking in the East Atlantic and Europe is observed in winter. The maximum frequency of blocking over the east of the Pacific Ocean is observed in summer [2].

The main reason for the formation of blocking anticyclones is considered to be nonlinear instability of Rossby waves with intensive energy exchange both with planetary waves and with synoptic vortices (breaking) [9].

As is known, the nonlinear phase of instability development is characterized by an intense interaction of a growing wave with movements of other scales. Depending on the energy reserves that can be transmitted to the growing wave, its non-linear development can lead to the establishment of one of the following non-linear modes [10]:

1. Stationary mode. Crests and hollows are formed in the stream, the axes of which are oriented meridionally or at an angle to the meridian; they persist for a long time without changing the amplitude, shape and wavelength.

2. The mode of "flicker" or pulsation: it is also a regular mode, but the crests and hollows experience slow periodic changes: these are either changes in the amplitude of the waves, or changes in their orientation, or, finally, a change in the wave number.

3. Irregular mode type of turbulence.

Blocking is a first or second mode for an unstable Rossby type wave.

The synoptic approach to the study of blocking anticyclones showed that for the anticyclone (blocking) to stay, it is necessary to combine the increase in the amplitude of the planetary tall frontal zone (PTFZ) with the

anticyclone of arctic origin entering the region of maximum. The formation of a blocking anticyclone over Eastern Europe is classified as a form of E - circulation to Wengenheim – Girs. It is in this form of circulation that the most abnormal weather conditions are most often established [7].

Blocking is formed when anticyclones from the Arctic move to the continent. The displacement to the east (on the continent) of anticyclones from tropical regions does not lead to blocking. This conclusion is confirmed by studies of synoptic processes in the Middle and Lower Volga regions. [8]. Subtropical anticyclones form blocks over the ocean. An example of this is the movement of the Azores anticyclone to the north over the Atlantic Ocean from the subtropics in January 2012 [1].

On the eastern and northeastern periphery of this high-altitude anticyclone, very cold air entered the European part of Russia. At the same time, average daily temperatures decreased by 10 - 15 ° C compared to the perennial average.

In this work, using the synoptic approach, the task is to consider the mechanisms of blocking formation in the southern hemisphere and to identify the features of the establishment of blocking regimes in the northern and southern hemispheres.

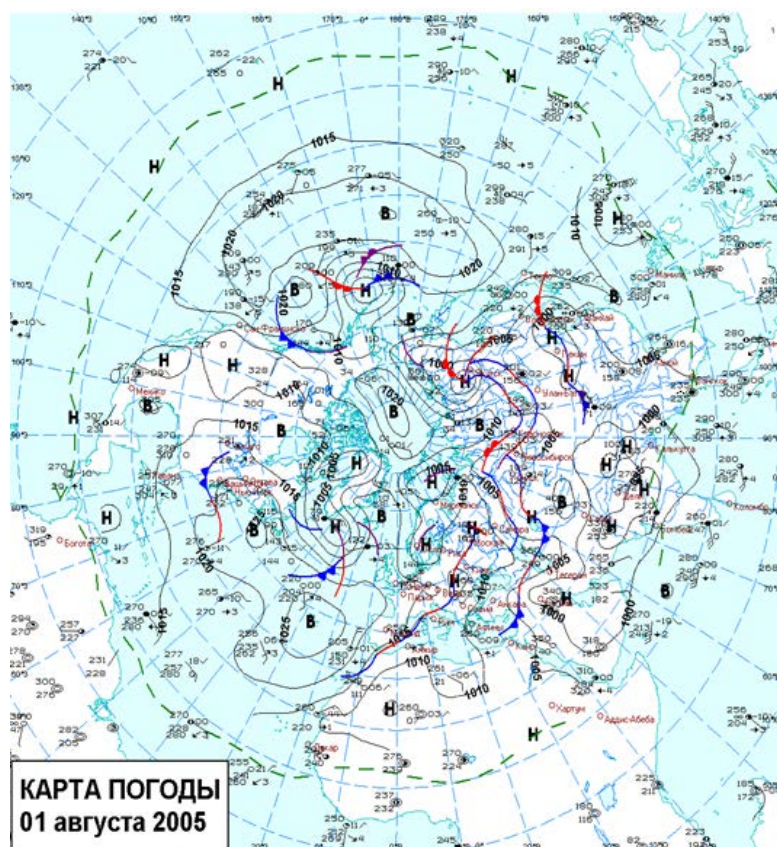
MATERIALS AND METHODS

For the analysis, weather maps of the Hydrometeorological Center of the Russian Federation for the Northern and Southern Hemispheres were used. According to the Calendar of sequential change of elementary circulation mechanisms (ECM) [6], ECMs were selected with one, two, three, and four blocking processes and their development was considered during the ECM action.

RESULTS

B.L. Dzerdzeevskiy [4,5] found that blocking processes develop simultaneously in the Northern and Southern hemispheres at about the same longitude. When this occurs, the connection of the Arctic / Antarctic anticyclone with subtropical. For the Northern Hemisphere, the mechanism of combining the arctic and subtropical anticyclones is known and consists in the movement of arctic anticyclones with the southern (more often - southeast) component, resulting in the replenishment of the subtropical high-pressure zone with fresh arctic cores. This, in turn, contributes to maintaining high pressure in the tropics.

In the study of circulation mechanisms in the southern hemisphere, it was found that the process of merging the Antarctic and subtropical anticyclones occurs in a completely different way than in the Northern hemisphere. The main difference is that if in the Northern Hemisphere, as a rule, the crest of the Arctic anticyclone spreads to low latitudes, then in the Southern Hemisphere the crest of the subtropical anticyclone stretches to high latitudes, towards Antarctica.



As an example (Figure 1) shows the ECM 12a weather map with four blocking processes: over the Atlantic, the Pacific Ocean, Eastern Siberia and America. In the Northern Hemisphere over the Atlantic, an Arctic invasion occurs in the rear of a series of southern cyclones, over the Pacific Ocean - in the rear of the Aleutian cyclone, in Alaska - in the rear of the cyclone over America and in Eastern Siberia - in the rear of the Far Eastern cyclonic system. In all cases, in the rear of cyclones, air flows from north to south.

In the Southern Hemisphere (Fig. 2) in the Atlantic, in the rear of the cyclone off the eastern shores of America, air flows from north to south, i.e., it flows from

Figure. 1. Weather map for August 1, 2005, ECM 12a, Northern Hemisphere.

subtropics to Antarctica. Therefore, the blocking process in the rear of this cyclone is developed by pulling the crest of a subtropical anticyclone to Antarctica, over which there is no Antarctic anticyclone at this time. In the Pacific Ocean, in the rear of the cyclone with the center north of Molodezhnaya station, is located the crest of a subtropical anticyclone, ending with a small independent core in the region of the polar circle between Vostok and Amundsen-Scott stations. The third anticyclone is formed in the rear of the cyclone, located south of Australia off the coast of Antarctica. The fourth stretches from South America to Amundsen-Scott station.

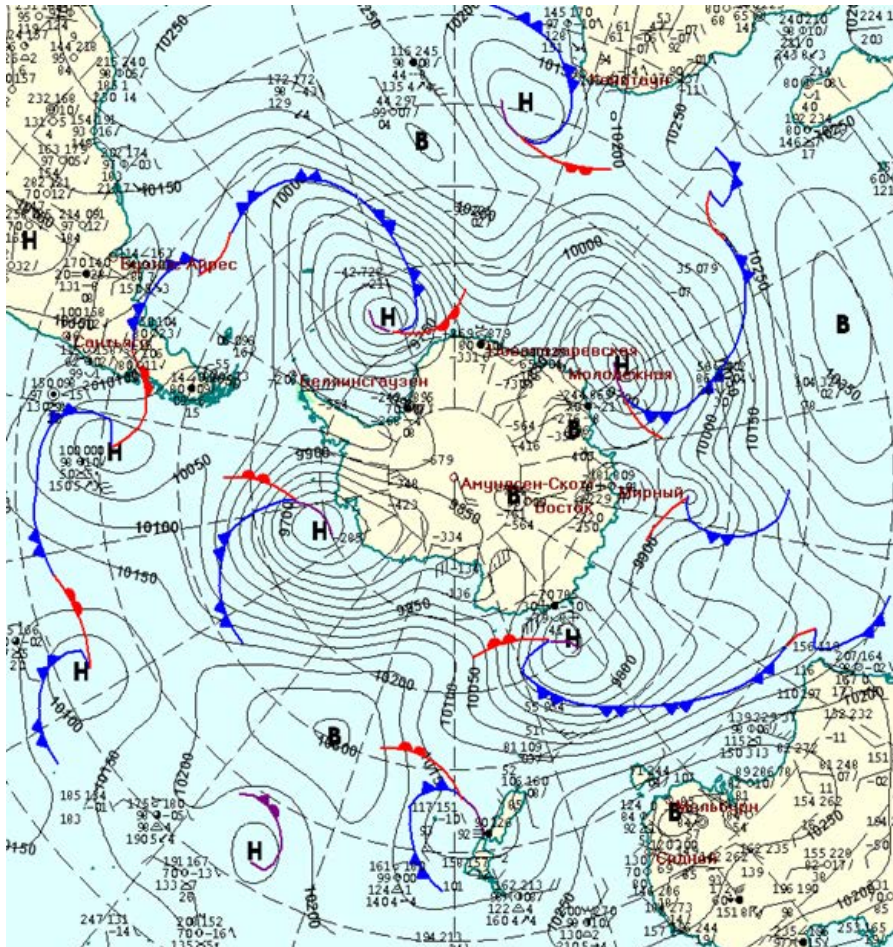


Figure 2. Weather map for August 1, 2005, ECM 12a, Southern Hemisphere.

The nature of changes in air temperature in the Northern and Southern Hemispheres during the formation of blocking processes in the rear of the cyclone is also different. If in the Northern hemisphere during the Arctic invasion the cooling spreads from north to south, in the Southern hemisphere with the beginning of pulling out the crest of a subtropical anticyclone from north to south, warm air is pumped into the rear of the cyclone. These features should be considered when analyzing the circulation of the atmosphere of the planet Earth system.

It is possible that such a difference is due to the fact that the Antarctic anticyclone is much more intensive and larger in area than the Arctic one, and forces subtropical anticyclones to creep in the direction of the area occupied by it.

CONCLUSION

In the Northern Hemisphere, the formation of blocking processes usually begins with an arctic invasion, penetrating southward to combining with a subtropical anticyclone.

In the southern hemisphere, as a rule, the development of the blocking process is carried out by pulling the crest of a subtropical anticyclone to the pole and then connecting it with the antarctic anticyclone.

References:

1. Golubev A.D., Kabak A.M., Nikol'skaya N.A., Butova G.I., Berezhnaya T.V. *Blokirovaniye zapadnogo perenosa nad Yevraziyey zimoy 2012 goda i svyazannyye s nim pogodnyye anomalii // Trudy Gidromet-sentra Rossii. vypusk 349. S. 188-213.*
2. Gruza G.V., Korovkina L.V. *Sezonnyye osobennosti prostranstvennogo raspredeleniya indeksov blokirovaniya v Severnom polusharii // Meteorologiya i gidrologiya. 1991. № 3. S. 108-110.*

3. Gruza G.V., Korovkina L.V. Klimaticheskii monitoring protsessov blokirovaniya zapadnogo perenosa v Severnom polusharii // *Meteorologiya i gidrologiya*. 1991. № 8, S. 108-110.
4. Dzerdzeyevskiy B.L. Sravneniye glavneyshikh zakonomernostey tsirkulyatsii atmosfery nad Severnym i Yuzhnym polushariyami. // *Informatsionnyy byulleten' Sovetskoy Antarkticheskoy ekspeditsii*, 1967, № 65, s.58-68.
5. B.L. Dzerdzeyevskiy. *Izbrannyye trudy*. Izd. «Nauka», 1975, s. 149-158.
6. Kolebaniya tsirkulyatsii atmosfery v XX - nachale XXI veka. [*Elektronnyy resurs*]. Rezhim dostupa <http://www.atmospheric-circulation.ru>.
7. Kononova N.K., Cherenkova Ye.A. Povtoryayemost' elementarnykh tsirkulyatsionnykh mekhanizmov v atmosfere Severnogo polushariya // *Izvestiya Rossiyskoy Akademii nauk. Seriya geograficheskaya*. № 6. S. 1-9.
8. Polyanskaya Ye.A. *Sinopticheskiye protsessy i yavleniya pogody v Nizhnem Povolzh'ye*. Saratov: Izd-vo SGU. 1986. 208 s.
9. Hide R., Mason P.J. Sloping convection in the rotating fluid // *Adv. Physics*. 1975. V.24. No. 1. P47-100.
10. Pelly J.L., Hoskins B.J. A new perspective on blocking // *J. Atmos.Sci*. 2003. V.60. No.3. P.743-755.

Calculation of parameters of gravity flows with a finite-element model of atmospheric dynamics

Yudin M.S.

Institute of Computational Mathematics and Mathematical Geophysics SB RAS, Novosibirsk, Russia
E-mail: yudin@ommfao.sccc.ru

A numerical mathematical model of a compressible atmosphere is employed to calculate the important characteristics of motion of gravity flows, for example, front speed and surface pressure past orographic obstacles of various shapes and steepness. In this paper, the front speed is simulated with a non-hydrostatic finite-element model of atmospheric dynamics. The model is based on the compressible Navier-Stokes equations in two dimensions. Artificial compressibility is introduced into the model in order to make the governing equations hyperbolic. A test of the model on the meso-spatial scale is performed: the propagation of a meso-scale atmospheric gravity current (cold front) over flat terrain. In this test the calculated values of the simulation are compared with an empirical formula first introduced by T. von Karman and later developed for atmospheric fronts in multiple papers. The model simulation results are compared with available observations and simulations performed by other authors. In general, good agreement between the results of the test calculations and the theory has been obtained. The well-observed phenomenon of striking difference in the behavior of the surface pressure in front propagation under stable and neutral versions of atmospheric stratification is also discussed.

This work was supported by the Russian Foundation for Basic Research under grant 17-01-00137 (as part of work on gravity flows simulation), and ICMMG SB RAS under target program 0315-2016-0004 (as regards the development of the numerical algorithms).

Расчет параметров гравитационных течений в атмосфере с помощью модели конечных элементов

Юдин М.С.

Институт Вычислительной Математики и Математической Геофизики СО РАН, Новосибирск, Россия
E-mail: yudin@ommfao.sccc.ru

ВВЕДЕНИЕ

В настоящей работе атмосферные фронты моделируются негидростатической конечно-элементной моделью динамики атмосферы, которая применяется для расчета скорости распространения гравитационных течений в атмосфере. Атмосферные явления, имеющие большое теоретическое и практическое значение, представляют собой холодные атмосферные фронты, которые распространяются вблизи поверхности с высокими скоростями (см. [1] для обзора). Эти потоки могут быть замедлены и изменены по форме под воздействием подстилающей поверхности и стратификации атмосферы. Атмосферные