

## Циркуляционные условия аномально холодной зимы 2005/06 г. над Сибирью

И. В. Латышева\*, Е. П. Белоусова\*,  
А. С. Иванова\*, В. Л. Потемкин\*\*

*Исследованы циркуляционные условия аномально холодной зимы 2005/06 г. на территории Евразии, где усиление меридионального переноса сопровождалось частым вторжением холодных масс воздуха в умеренные широты и их оседанием в нижних слоях тропосферы. Развитию глубоких высотных циклонов над Сибирью и Уралом предшествовали стратосферные потепления и длительные блокирующие процессы в тропосфере над Европой и Якутией. При этом в зоне высотной конвергенции над Сибирью отмечались сильные циклонические сдвиги ветра и усиление струйного течения. В целом ослабление западного переноса в значительной толще атмосферы, уменьшение числа глубоких циклонов в западном секторе Арктики и стратосферные потепления создают высокий уровень предсказуемости короткопериодных изменений климата на территории Евразии в зимний период.*

### Введение

Турбулентная природа атмосферной циркуляции, разнообразие ее форм обуславливают случайность природы аномалий многих метеорологических величин. Однако аномалии метеовеличин, значительные по протяженности, продолжительности существования и величине, могут быть следствием как поступления в климатическую систему определенных сигналов, так и повышенной интенсивности и устойчивости определенных форм атмосферной циркуляции во времени и в пространстве [5].

Полное определение закономерностей атмосферных возмущений требует совместного решения уравнений динамики и термодинамики атмосферы с учетом всех факторов как внутреннего, так и внешнего происхождения. Однако такая постановка задачи встречает большие трудности. Поэтому необходимо хотя бы качественно исследовать циркуляционные условия формирования и эволюции значительных аномалий метеорологических величин [8].

Целью данной работы явилось исследование циркуляционных условий аномально холодной зимы 2005/06 г. в Сибири по материалам ежедневных синоптических карт и данным реанализа NCEP/NCAR [7].

\* Иркутский государственный университет.

\*\* Лимнологический институт Сибирского отделения Российской академии наук.

## Результаты исследований

Сибирский регион — наиболее чувствительный в климатическом отношении регион Северного полушария, причиной этого является тесное взаимодействие разнородных воздушных масс на обширных просторах Сибири [2]. В многолетней динамике климата здесь отчетливо выделяются два вида возмущений — низкочастотные, или долгопериодные изменения, хорошо выраженные в тенденции повышения температуры зимой (рис. 1), и высокочастотные, или короткопериодные изменения, наиболее выраженные в аномально теплые и холодные зимы.

Одним из механизмов, определяющих все многообразие региональных особенностей климата, является глобальная атмосферная циркуляция. Флуктуации планетарной циркуляции характеризуются относительным преобладанием меридиональных или зональных форм. Последние неплохо отражены в классификации типов атмосферной циркуляции по Б. Л. Дзердзеевскому [3]. Основными типами циркуляции являются: зональная циркуляция (полярных вторжений нет), нарушение зональности (одно полярное вторжение, 1—3 выхода южных циклонов), меридиональная северная циркуляция (2—4 полярных вторжения, 2—4 выхода южных циклонов), меридиональная южная циркуляция (полярных вторжений нет, 2—4 выхода южных циклонов).

Исследование межгодовой изменчивости указанных типов циркуляции в зимние месяцы над Сибирью с 1900 по 2000 г. показало, что во второй половине XX века наряду с усилением зонального переноса и, как следствие, более частым выносом теплых и влажных воздушных масс на материк активизировались меридиональные типы циркуляции (рис. 2). Увеличение повторяемости зональной и меридиональной южной циркуляций часто связывают с усилением теплообмена экваториальной области со средними и высокими широтами, а меридиональной северной циркуляции — с увеличившейся повторяемостью арктических вторжений на материк [1].

Следствием большой повторяемости меридиональных процессов явилась аномально холодная зима над Сибирью 1968/69 г., когда в 92% случаев отсутствовал зональный перенос. Аналогичная ситуация отмечалась в зимние месяцы 2001 г. и в 2005—2006 гг.

Характерной особенностью зимнего периода 2005/06 г. явилась длительная деформация воздушных течений в средней и верхней тропосфере, связанная с интенсификацией волн в западном переносе, которая привела к образованию холодных высотных ложбин с экваториальной стороны и теплых высотных антициклонов с полярной стороны основного запад-

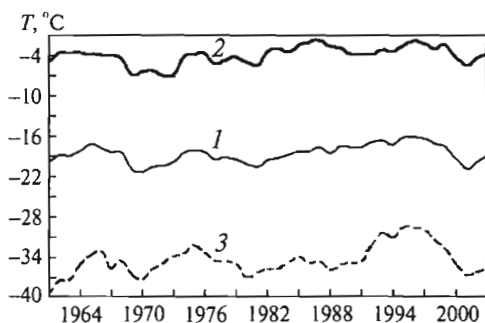


Рис. 1. Многолетний ход сглаженных по 5-летиям средних (1), максимальных (2) и минимальных (3) значений температуры на юге Восточной Сибири.

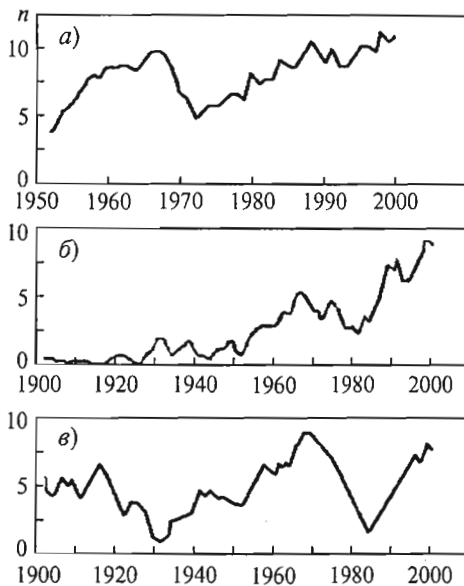


Рис. 2. Повторяемость  $n$  (число случаев) зональной западной (а), меридиональной южной (б) и меридиональной северной (в) циркуляции над Сибирью.

циклонов и ураганов оказалось наибольшим (72) в Северном полушарии за последние 150 лет [6]. Поэтому причиной длительного стационарирования блокирующих гребней над Атлантикой и Тихим океаном в 2005—2006 гг., возможно, явились значительные запасы тепловой энергии, накопленные в тропосфере и океанах весной и летом.

Известно, что развитие блокирующего процесса неизбежно приводит к ослаблению зонального переноса, развитию сопряженной высотной ложбины и длительному сохранению сильных затоков холодного воздуха на материк [4].

Исследование термической структуры тропосферы зимой 2005/06 г. над Евразией показало, что наиболее холодный воздух располагался в средней и верхней тропосфере вблизи тропопаузы, а наиболее низкая температура отмечалась в центральной части высотных циклонов над Сибирью и Якутией. Арктическая воздушная масса, трансформированная в воздушную массу умеренных широт, в тыловой части ложбин имела значительную мощность и интенсивные вертикальные токи. Так как длительное время центр высокого циклона отмечался над междуречьем Оби и Иртыша, то наиболее низкая температура воздуха отмечалась над югом Западной Сибири, где аномалия среднемесячной температуры воздуха достигала  $-16^{\circ}\text{C}$  [6]. Южные районы Восточной Сибири длительное время оказывались под влиянием блокирующих гребней с юга с адвекцией более теплого воздуха по западной периферии гребня, поэтому понижение среднемесячной температуры было менее значительным ( $-4...-5^{\circ}\text{C}$ ).

ного переноса. Высокие циклоны над Сибирью и Якутией и высокие антициклоны в виде полосы повышенного давления вдоль арктического побережья, соединяющей высотные гребни Центральной Атлантики и Тихого океана, сохранялись со второй половины осени, оказывая глубокое влияние на погоду над Евразией (рис. 3).

По мнению Немайеса — старейшего климатолога США, развитие меридиональных процессов и блокингов в нижней и средней тропосфере является следствием длительного воздействия океана на атмосферу. В 2005 г. положительные аномалии температуры воды наблюдались в течениях Куроиси и Гольфстрим, температура поверхности Атлантического океана была самой высокой за период с 1957 по 2005 г., а число тропических

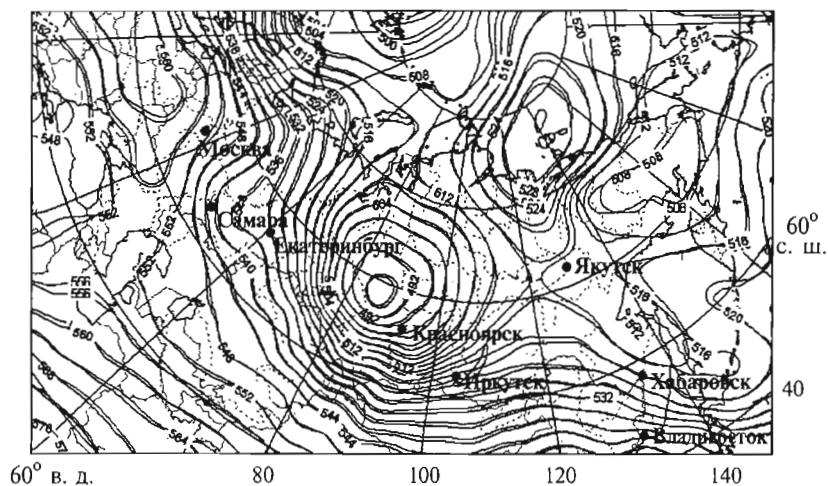


Рис. 3. Поле  $H_{500}$  в январе 2006 г.

Интенсивная адвекция холодного воздуха в центральную часть сибирского максимума в зимние месяцы 2005/06 г. способствовала развитию барических гребней, направленных на запад и северо-восток, где положительные аномалии давления достигали 13—17 гПа.

Формирование отрицательных аномалий температуры в нижней тропосфере сопровождалось стратосферными потеплениями в умеренных и высоких широтах, нарушением зонального переноса в стратосфере и аномальным развитием антициклонических и циклонических центров. Стратосферный антициклон перемещался в сторону Арктики, первоначально на районы Канады, далее на Аляску и север Тихого океана, а циклон смещался в умеренные широты, на север Сибири.

Развивающийся восточный перенос стратосферных вихрей сопровождался нарушением западной циркуляции в тропосфере, в первую очередь в атлантико-европейском секторе, где осенью и зимой соответственно в 86 и 72% случаев в тропосфере возникала блокирующая ситуация. Блокирующие процессы препятствовали развитию циклонической деятельности над материком и способствовали формированию отрицательной аномалии среднемесячной температуры воздуха над большей частью Сибири.

### Заключение

Таким образом, формирование отрицательной аномалии среднемесячной температуры воздуха над большей частью России, в том числе над Сибирью, зимой 2005/06 г. было связано с развитием длинных волн в тропосфере и стратосфере, расширением циркумполярного вихря и смещением к экватору основных особенностей атмосферной циркуляции.

Колебательный характер стратосферных возмущений при нарушении зонального переноса тесно связан с развитием блокирующих процессов в

тропосфере. При этом усиление меридиональной циркуляции происходит сначала в тропосфере, а затем — в стратосфере при передаче волновой энергии из тропосферы в стратосферу посредством длинных волн. Эти факторы могут быть использованы для прогноза короткопериодных изменений климата в Евразии зимой.

Над аномально холодными районами в зоне высотной конвергенции отмечался сильный циклонический сдвиг ветра, что совместно с увеличением контрастов температуры привело к развитию и усилению струйного течения в западном переносе и быстрому смещению приземных барических образований в направлении ведущего потока. Поэтому в дальнейшем необходимо не только поиск причин, вызывающих аномальные изменения температуры, но и более детальное исследование их последствий.

Работа поддержана грантом РФФИ (проект 06-05-64142).

## Литература

1. Бышев В. И. Синоптическая и крупномасштабная изменчивость океана и атмосферы. — М., Наука, 2003, 342 с.
2. Груза Г. В., Клещенко Л. Н., Тимофеева Т. П. Об изменчивости температурного и циркуляционного режимов атмосферы Северного полушария. — *Метеорология и гидрология*, 1982, № 3, с. 8—20.
3. Дзердзеевский Б. Л. Общая циркуляция атмосферы и климат. Избранные труды. — М., 1975, 285 с.
4. Курбаткин Г. П., Дегтярев А. И., Короткова Е. А. Об определении межсезонной эволюции некоторых аномалий общей циркуляции атмосферы. — *Известия РАН. Физика атмосферы и океана*, 2004, т. 40, с. 586—592.
5. Сазонов Б. И. Суровые зимы и засухи. — Л., Гидрометеониздат, 1991, 240 с.
6. <http://www.meteoinfo.ru/climate>
7. Kalnay E. et al. The NCEP/NCAR 40-year Reanalysis Project. — *Bull. Amer. Meteorol. Soc.*, 1996, vol. 77, pp. 437—471.
8. Thompson D. W. J. and Wallace J. M. The Arctic Oscillation signature in the wintertime geopotential height and temperature fields. — *Geophys. Res. Lett.*, 1998, vol. 25, pp. 1297—1300.

Поступила  
20 XII 2006

## CIRCULATION CONDITIONS OF THE ANOMALOUSLY COLD WINTER 2005/06

I. V. Latsheva, E. P. Belousova,  
A. S. Ivanova, and V. L. Potemkin

*This work presents the results on circulation conditions of abnormally cold winter of 2005/06 in Eurasia, where the intensification of meridional air exchange was accompanied by frequent intrusions of cold air masses into the midlatitudes and the deposition of air masses in the lower layers of the troposphere. The development of deep high-latitude cyclones over Siberia and the Urals was preceded by stratospheric warmings and long-lived blockings in the troposphere over Europe and Yakutia. High-latitude convergence over Siberia was accompanied by strong cyclonic wind shift and intensification of the jet stream. Overall, the following processes contribute to the high predictability of short-term climatic changes in Eurasia in winter: the weakening of the western transfer within considerable atmospheric layers, decrease of the number of deep cyclones in the western Arctic, and stratospheric warmings.*