

## АКТИВНОСТЬ ЦИКЛОГЕНЕЗА НА ТЕРРИТОРИИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМАХ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ

<sup>1,2</sup>**Е.Л. Тунаев, <sup>1</sup>В.П. Горбатенко**

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия

<sup>2</sup>Западно-Сибирское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Новосибирск, Россия  
eug\_t@mail2000.ru

## CYCLOGENESIS ACTIVITY IN WESTERN SIBERIA, GIVEN DIFFERENT FORMS OF ATMOSPHERIC CIRCULATION

<sup>1,2</sup>**E.L. Turaev, <sup>1</sup>V.P. Gorbatenko**

<sup>1</sup>National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia

<sup>2</sup>West-Siberian Territorial Administration for Hydrometeorology and Environmental Monitoring, Novosibirsk, Russia  
eug\_t@mail2000.ru

**Аннотация.** Циклонические образования являются элементами общей циркуляции атмосферы. Представляет интерес оценка влияния характера атмосферной циркуляции на интенсивность циклогенеза на территории Западной Сибири. Климатические характеристики циклонических вихрей получены по данным кольцевых и синоптических карт погоды за период 42 года (1976–2017 гг.). Идентификация местного циклона проводилась по наличию области пониженного давления, ограниченного хотя бы одной замкнутой изобарой, с характерной циркуляцией и структурой метеорологических полей. В число климатических характеристик для каждого случая образования циклона входят их повторяемость и продолжительность влияния на исследуемую территорию. Приведены межгодовые и сезонные распределения полученных характеристик. Замечена тенденция на увеличение повторяемости и суммарной продолжительности жизни местных циклонов, особенно заметное за последние 11 лет.

**Ключевые слова.** циклогенез, атмосферная циркуляция, тропосфера, Западная Сибирь, климатические характеристики.

**Abstract.** Cyclonic formations are elements of the general circulation of the atmosphere. An assessment the impact of the nature of atmospheric circulation on the intensity of cyclogenesis in Western Siberia. Climatic characteristics of cyclonic vortices are obtained from the data of synoptic weather maps over the 42 years period (1976–2017). The presence of a low pressure region limited to at least one closed Isobar, with a characteristic circulation and structure of meteorological fields is used for the identification local cyclones (formed over the study area). Climatic characteristics for each case of cyclone formation include their repeatability and the duration of influence on the study area. Interannual and seasonal distribution of the obtained characteristics are presented. There are indications of an increase in the frequency and life expectancy of local cyclones, especially noticeable over the past 11 years.

**Keywords.** cyclogenesis, troposphere, atmospheric circulation, Western Siberia, long-term characteristics.

### ВВЕДЕНИЕ

Характер погоды любой территории определяется активностью тех или иных атмосферных процессов и барических форм, смещающихся на данную территорию с других районов или формирующихся непосредственно над ней. Одними из таких образований являются местные циклоны, которые составляют, примерно, 20 % от всех циклонов, определяющих погоду юга Западной Сибири (ЗС) [Горбатенко и др., 2007, 2009], а ее территория является одним из наименее изученных регионов мезомасштабного циклогенеза. Поэтому актуально оценить влияние различных форм атмосферной циркуляции на активность процесса циклогенеза на территории этого региона за продолжительный период времени.

Целью настоящей работы является определение наиболее характерных форм атмосферной циркуляции, при которых отмечается активизация местного циклогенеза над территорией Западной Сибири.

### ДААННЫЕ И МЕТОДЫ

Согласно классификации Вангенгейма–Гирса [Гирс, 1960] все атмосферные процессы можно поделить на три основных типа (рис. 1): западный (W), восточный (E) и меридиональный (C). При W форме циркуляции в атмосфере отмечаются зональные дви-

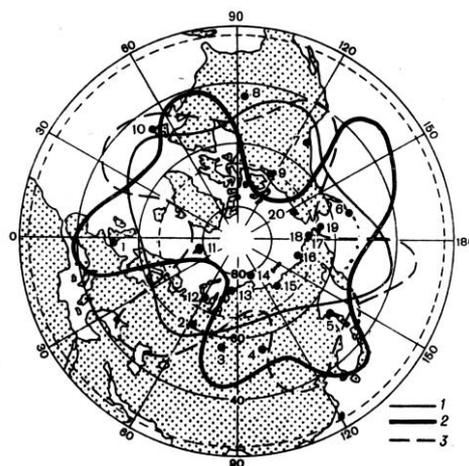


Рис. 1. Положение основных высотных (500 гПа) гребней и ложбин в кульминационной стадии процессов форм атмосферной циркуляции: 1 — W, 2 — E, 3 — C.

жения воздуха. Преобразование этой формы в E или C связано с появлением в атмосфере стационарных волн с большой амплитудой.

В настоящей работе была рассмотрена синоптическая обстановка (по данным кольцевых карт погоды, а также карт барической топографии), определяющая характер погоды над рассматриваемой террито-

рий. Также использовались ежемесячные данные о преобладающих формах циркуляции атмосферы и положении Планетарной высотной фронтальной зоны (ПВФЗ) за 1976–2017 гг. Методика определения местных циклонов приведена в работах [Тунаев и др., 2017; Тунаев, Горбатенко, 2018; Tunaev, Gorbatenko, 2018].

При анализе многолетней динамики атмосферных процессов над Западной Сибирью (ЗС) видно (рис. 2), что до 1990 г. погоду рассматриваемой территории определяла, в основном, восточная форма циркуляции (*E*), максимум ее влияния пришелся на 1981 г. (около 265 дней при норме в 145 дней) при этом в большинстве дней над Европейской территорией России (ЕТР) и Уралом располагался мощный высотный гребень, препятствуя поступлению теплых и влажных воздушных масс с районов Атлантики.

В данной ситуации ЗС оказывалась на восточной периферии высотного гребня (рис. 1), где отмечался заток холодного арктического воздуха с районов полуострова Таймыр. При этом у земли чаще всего располагался обширный стационарный антициклон. В этот период зональный перенос был значительно ослаблен или отсутствовал совсем (максимальная отрицательная аномалия отмечалась в 1976 г., когда западная циркуляция отмечалась только 37 дней при среднегодовой норме в 127 дней), поэтому местный циклогенез был существенно затруднен. После 1990 г. характер циркуляции стал существенно меняться, стало отмечаться усиление меридиональной составляющей *C* (до 118 дней, при норме в 93 дня), а также восстановление зонального переноса *W* (до 177 дней при норме в 127 дней) и даже его усиление. В этот период территория ЗС чаще всего либо оказывалась в передней части высотной ложбины, где под юго-западными потоками выносился теплый и влажный воздух с районов Черного и Каспийского морей, при этом с северо-запада ЕТР отмечался заток холодного воздуха, либо испытывала влияние поочередно смещающихся ложбин и гребней малой амплитуды. Данные условия и наличие значительных дополнительных температурно-влажностных контрастов способствовали общему усилению циклонической активности, и как следствие, активизации местного циклогенеза в междуречье Обь–Иртыш, где образуется до 20 % всех циклонов [Горбатенко и др., 2007, 2009], влияющих на климат ЗС. Во внутригодовом ходе (рис. 3) видно, что в 1976–2007 гг., практически в течение всего года *W* и *C* формы циркуляции наблюдались чаще обычного, максимум пришелся на июль (больше нормы на 3 и 4 дня соответственно). При этом *E* форма была ослаблена и только лишь в зимние месяцы отмечалось ее восстановление и некоторое увеличение.

В 2008–2017 гг., западный перенос был в пределах или выше нормы только в теплую часть года (с апреля по сентябрь). На рис. 4 видно, что в этот период отмечены наибольшие показатели повторяемости и продолжительности жизни МЦ [Тунаев, Горбатенко, 2018], а максимум наблюдается в 2008, 2015–2016 гг. и составляет около 50 случаев при продолжительности влияния на территорию около 40 дней.

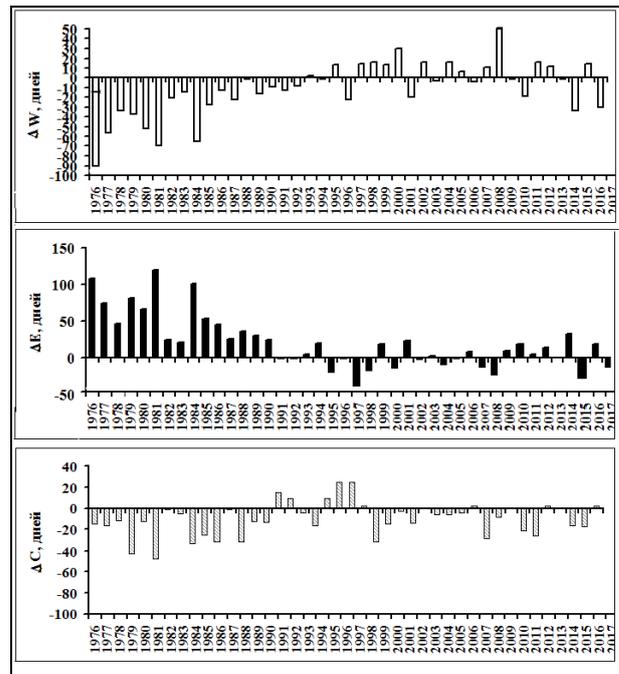


Рис. 2. Отклонения форм атмосферной циркуляции от нормы 1900–2010 гг.

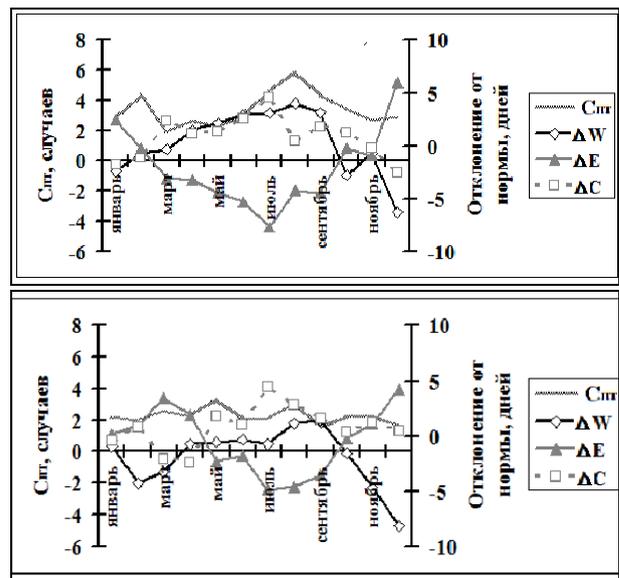


Рис. 3. Сезонное соотношение отклонений различных форм атмосферной циркуляции и средней повторяемости ( $C_m$ ) образования МЦ: сверху — в 1976–2007 гг., снизу — в 2008–2017 гг.

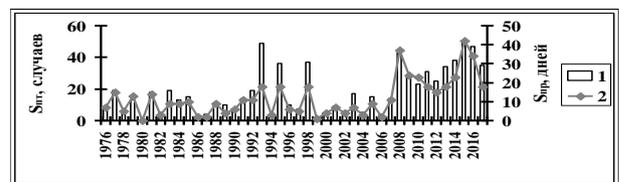


Рис. 4. Соотношение суммарных повторяемости ( $S_m$ ) и продолжительности ( $S_p$ ) жизни МЦ в 1976–2017 гг.

При анализе макроциркуляционных особенностей атмосферы ЗС и положения зон повышенного циклогенеза было выявлено, что в течение года МЦ чаще всего формируются вдоль ПВФЗ, либо имеют более северное положение. В летние месяцы мезовихри могут локализоваться южнее.

Таким образом, в ходе исследований были получены следующие результаты:

1. Активность местного циклогенеза в значительной степени зависит от преобладающих форм атмосферной циркуляции.

2. Процесс формирования мезовихрей существенно затрудняется при восточной форме циркуляции (*E*), с наличием во всей толще тропосферы исследуемого региона обширной области высокого давления. Усиление циклогенеза отмечается при западном переносе (*W*) и активной меридиональной циркуляции (*C*).

3. В последнее десятилетие (2008–2017 гг.) отмечены резкие смены форм атмосферной циркуляции, особенно заметные в переходные сезоны, в этот же период замечено увеличение суммарной повторяемости и продолжительности жизни местных циклонов.

4. Резкая смена одной формы циркуляции другой приводит к появлению значительных температурно-влажностных контрастов и усилению активности циклонов. Все это может сказаться на изменчивости полей основных метеорологических величин, а также на экстремальности погоды и климата территории Западной Сибири, например, привести к увеличению повторяемости наводнений на Алтае [Кононова, 2015].

5. В течение года местные циклоны чаще всего формируются вдоль Планетарной высотной фронтальной зоны, либо имеют более северное положение. Только в летние месяцы мезовихри могут локализоваться южнее.

Работа выполнена в рамках гранта РФФИ № 18-45-700010 p\_a.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Гирс А.А. Основы долгосрочных прогнозов погоды. Л.: Гидрометеиздат, 1960. 560 с.

Горбатенко В.П., Ипполитов И.И., Поднебесных Н.В. Атмосферная циркуляция над Западной Сибирью в 1976–2004 гг. // Метеорология и гидрология. 2007. Т. 32, № 5. С. 301–306.

Горбатенко В.П., Ипполитов И.И., Логинова С.В., Поднебесных Н.В. Исследование циклонической и антициклонической активности на территории Западной Сибири по данным реанализа NCEP/DOE AMIP-II и синоптических карт // Оптика атмосферы и океана. 2009. № 1. С. 38–41.

Кононова Н.К. Колебания циркуляции атмосферы в Западной Сибири и наводнение на Алтае в 2014 году // XI Сибирское совещание по климатологическому мониторингу: Тезисы докладов по материалам конференции / под ред. М.В. Кабанова, Томск, 2015. С. 41–42.

Тунаев Е.Л., Горбатенко В.П., Поднебесных Н.В. Особенности циклогенеза над территорией Западной Сибири за период 1976–2015 гг. // Труды ГМЦ России. 2017. Вып. 364. С. 81–92.

Тунаев Е.Л., Горбатенко В.П. Энергетические характеристики атмосферы при циклогенезе над районами Васюганского Болота // Труды ГМЦ России. 2018. Вып. 370. С. 48–62.

Tunaev E.L., Gorbatenko V.P., Kuzhevskaya I.V. Energy of atmospheric processes in a region between the Ob and Irtysh rivers in days of cyclogenesis // Earth and Environmental Science: IOP Conf. Series. 2018. P. 1–9.