

Периодичность многолетних рядов приземных температур и некоторых индексов циркуляции атмосферы на юге Западной Сибири

Н.Н. Безуглова¹, Г.С. Зинченко¹, Ю.А. Суковатов^{2*}

¹Институт водных и экологических проблем СО РАН
656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, 1

²Алтайский государственный университет
656015, г. Барнаул, пр. Ленина, 61

Поступила в редакцию 2.10.2008 г.

Выполнен анализ временных рядов температуры и некоторых индексов циркуляции атмосферы с помощью быстрого преобразования Фурье. Определены наиболее весомые статистические связи. Основные периоды колебаний рядов температуры, индексов циркуляции атмосферы W, E, C и индекса NAO на территории юга Западной Сибири совпадают и составляют около 3–6, 7–12 и 20–40 лет.

Ключевые слова: региональный климат, атмосферная циркуляция, индекс Северо-Атлантического колебания, масштабы колебаний климатических параметров.

Поскольку атмосферная циркуляция является одним из основных климатообразующих факторов, представляется необходимым изучение региональных проявлений глобальной атмосферной циркуляции как одного из возможных механизмов генерации колебаний регионального климата.

В настоящее время известна территориальная неоднородность в климатических изменениях Сибири, но не менее важно изучать изменения, связанные с временной структурой. Проводились исследования временной структуры метеорологических рядов и геофизических параметров для территорий Сибири, бывшего СССР [1–4]. Представляет интерес изучить влияние глобальных атмосферных процессов на изменчивость климата для территорий, линейные размеры которых соответствуют мезомасштабным процессам (составляют $n \cdot 100$ км).

В настоящей статье для выявления периодичности выполнены анализ временных рядов температуры (как наиболее консервативной климатической характеристики) с помощью быстрого преобразования Фурье и корреляционный анализ — для определения наиболее весомых статистических связей. В качестве исходных использовались многолетние ряды (1936–2005 гг.), полученные из наблюдений на метеостанциях равнинной части территории Алтайского края (Волчиха, Ключи, Благовещенка, а также метеостанции Купино Новосибирской обл.) и осредненные по территории. Кроме того, были привлечены ряды повторяемости индексов циркуляции атмосферы W, E, C по классификации Вангенгейма–Гирса [5, 6] и некоторых геофизических

индексов — Северо-Атлантического колебания NAO и Южного колебания SOI за этот же период.

Индексы NAO и SOI являются общепризнанными для анализа климатических изменений, так как отражают планетарные колебания системы «атмосфера–океан» и являются суммарными показателями состояния циркуляции в экваториальной зоне Тихого океана и средних широтах Северной Атлантики. Их определяют как нормализованную разность давлений между центрами действия атмосферы: NAO — между Азорским максимумом и Исландским минимумом, SOI — между о. Таити и г. Дарвин (Австралия). Данные об их повторяемости выставлены в Интернете [7, 8].

Классификация Вангенгейма–Гирса основана на учете характера длинных волн тропосферы и нижней стратосферы, а следовательно, на непосредственном учете основных действующих факторов и большого комплекса параметров, их характеризующих (направление основных переносов в зоне умеренных широт, направление барических и термических градиентов в толще тропосферы, характер трансформации солнечного тепла в атмосфере, тепловое состояние подстилающей поверхности и т.д.).

Атмосферные процессы, согласно Г.Я. Вангенгейму, в пределах Атлантико-Евразийского сектора Северного полушария были обобщены в три формы общей циркуляции: западную (или зональную) W, восточную E, меридиональную C. При западной форме W в толще тропосферы наблюдаются волны малой амплитуды, быстро смещающиеся с запада на восток. У земли наблюдается зональное смещение барических образований в направлении ведущего потока. Поскольку при этой форме у земли и на высотах зональные составляющие циркуляции максимально усилены, а меридиональные — ослаб-

* Надежда Николаевна Безуглова; Галина Станиславовна Зинченко; Юрий Алексеевич Суковатов (bnn@iwer.asu.ru).

лены, то межширотный обмен воздушными массами сильно ослабевает.

Процессы меридиональной формы С характеризуются в тропосфере стационарными волнами большой амплитуды, являются наиболее аномальными, так как при них практически отсутствуют два важнейших центра действия — исландский и алеутский (даже зимой, когда, по средним многолетним данным, они хорошо развиты). При этом гребень мощного сибирского антициклона, южная часть которого находится в субтропической зоне, соединяется с полярным антициклоном.

Процессы восточной формы Е, так же как и меридиональной формы С, характеризуются в тропосфере стационарными волнами большой амплитуды. Однако локализация основных гребней и ложбин на полушарии обратна той, которая наблюдается при форме С: исландская и алеутская депрессии хорошо развиты, над Европой и Западной Америкой наблюдаются стационарные антициклоны и их гребни, сибирский антициклон ослаблен и смещен к западу [5].

Для изучения влияния глобальных атмосферных процессов на региональные особенности климатической изменчивости был проведен анализ корреляции между рядами температуры и индексов циркуляции атмосферы W, E, C, NAO, SOI для холодного (ноябрь–март) и теплого (май–сентябрь) периодов. В качестве исходных были взяты ряды среднемесячных значений температуры T воздуха для рассматриваемой территории, а также ряды индексов циркуляции атмосферы W, E, C, NAO, SOI за период 1936–2005 гг. Были определены средние значения каждого из исследуемых параметров для холодного (ноябрь–март) и теплого (май–сентябрь) периодов. Для полученных рядов были определены коэффициенты корреляции. Результаты представлены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, значимая корреляционная связь отмечается между рядами температуры, индексов циркуляции W, E, C и индекса NAO

в холодный период года. Корреляционная связь температуры и индекса SOI для рассматриваемой территории статистически незначима, поэтому будем анализировать ряды температуры, индексов W, E, C, NAO для холодного сезона (ноябрь–март). Выполнен корреляционный анализ сглаженных рядов температуры, индексов W, E, C, NAO с помощью метода скользящего среднего. Результаты представлены в табл. 2.

Таблица 1
Коэффициенты корреляции между рядами температуры, индексов циркуляции W, E, C, индексов NAO и SOI

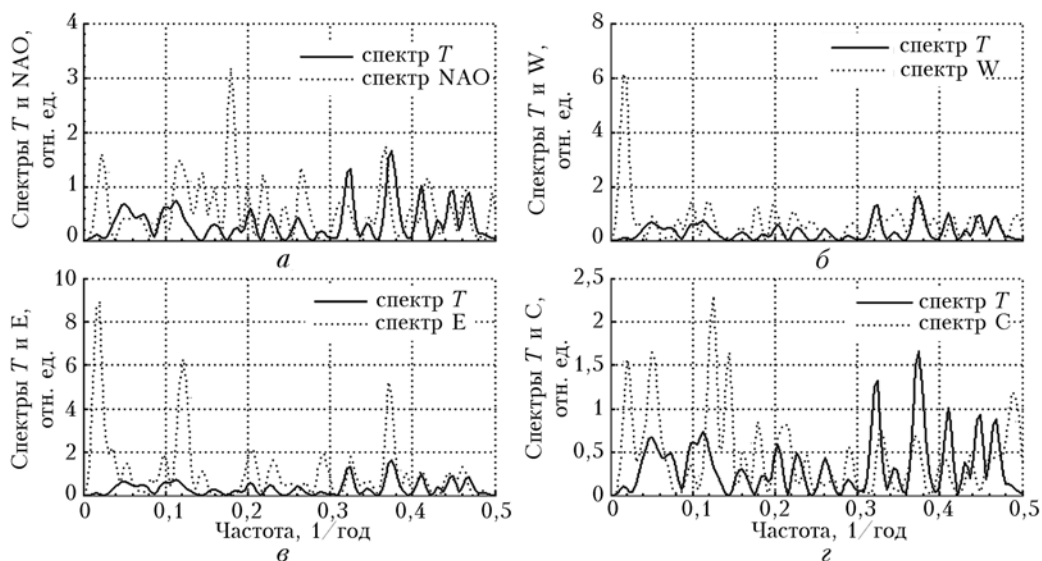
Период	$T - W$	$T - E$	$T - C$	$T - NAO$	$T - SOI$
Холодный ноябрь–март	0,58	-0,71	0,41	0,32	-0,19
Теплый май–сентябрь	0,24	-0,10	-0,12	-0,10	-0,09

Таблица 2
Коэффициенты корреляции между рядами температуры, индексов циркуляции и индекса NAO для различных периодов осреднения

Период осреднения, лет	$T - W$	$T - E$	$T - C$	$T - NAO$
30	0,71	-0,38	-0,79	0,85
10	0,63	-0,56	0,08	0,50
5	-0,52	-0,63	0,28	0,49

Как видно из табл. 2, корреляция положительная и достаточно высокая практически для всех периодов и форм циркуляции. Исключение составляет связь между температурой и формой циркуляции С для периодов осреднения 5 и 10 лет. Наиболее высокая степень коррелированности отмечается для широтных процессов (W). Высокая степень коррелированности отмечается для всех климатических параметров для периода осреднения 30 лет.

Для обнаружения временных масштабов климатических колебаний выполнен анализ периодичности исследуемых рядов с помощью быстрого преобразования Фурье. На рисунке представлены периодограммы рядов температуры и индексов NAO,



Частотные спектры рядов: а — температуры и индекса NAO; б — температуры и индекса циркуляции W; в — температуры и индекса циркуляции E; з — температуры и индекса циркуляции C

W, E, C [9]. Они имеют много пиков, особенно в высокочастотной части спектра.

На начальном этапе расчета был удален линейный тренд для более достоверного определения низкочастотной части спектра. Видно, что в спектрах прослеживаются колебания с периодами 3–6, 7–12, 20–40 лет. Наиболее хорошее соответствие пиков для рядов температуры, индексов NAO, W, E отмечается для периодов менее 3 лет, а также около 10 лет.

Итак, для юга Западной Сибири выявлены следующие природно-климатические закономерности.

В холодное время года (ноябрь–март) основные периоды колебаний рядов температуры, индексов циркуляции атмосферы W, E, C и индекса NAO совпадают и составляют около 3–6, 7–12 и 20–40 лет.

1. *Региональный мониторинг атмосферы. Ч. 4. Природно-климатические изменения: Коллективная монография / Под общей редакцией М.В. Кабанова. Томск: МГП «РАСКО», 2000. 270 с.*

2. *Иттолитов И.И., Кабанов М.В., Логинов С.В.* Закономерности современных природно-климатических изменений в Сибири: периодичность приземных температур, давления и некоторых геофизических индексов // *Геогр. и природ. ресурсы.* 2004. № 3. С. 13–20.
3. *Иттолитов И.И., Кабанов М.В., Комаров А.И., Кусков А.И.* Современные природно-климатические изменения в Сибири: ход среднегодовых приземных температур и давления // *Геогр. и природ. ресурсы.* 2004. № 3. С. 90–95.
4. *Груза Г.В., Ранькова Э.Я.* Колебания и изменения климата на территории России // *Изв. РАН. Физ. атмосф. и океана.* 2003. Т. 39. № 2. С. 166–185.
5. *Гирс А.А.* Многолетние колебания атмосферной циркуляции и долгосрочные гидрометеорологические прогнозы. Л.: Гидрометеониздат, 1971. 280 с.
6. *Гирс А.А., Кондратович К.В.* Методы долгосрочных прогнозов погоды. Л.: Гидрометеониздат, 1978. 342 с.
7. <http://www.cru.uea.ac.uk/>
8. *Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК).* <http://www.ipcc.ch/>
9. *Сергиенко А.Б.* Цифровая обработка сигналов: Учебник для вузов. 2-е изд. СПб.: Питер, 2006. 751 с.

N.N. Bezuglova, G.S. Zinchenko, Yu.A. Sukovatov. **Periodicity in many-year series of ground temperature and some indices of atmospheric circulation in West Siberia.**

Correlation analysis of long-term series of temperature and certain circulation indices (NAO, SOI, W, E, C) for period 1936–2005 is performed. Periodicity analysis of temporal series of circulation indices and temperature is made by fast Fourier transform (FFT). Base correlations between temporal series of circulation indices and temperature are defined. The main oscillation periods of temperature series and circulation indices NAO, W, E, C series concur and form 3–6, 7–12, 20–40 years at the West Siberia region.