

*Ю.В. Ефимова, А.И. Угрюмов, К.А. Яровикова*

## **ИСЛАНДСКАЯ ДЕПРЕССИЯ, АРКТИЧЕСКИЙ АНТИЦИКЛОН И КОЛЕБАНИЯ КЛИМАТА В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ**

*J.V. Efimova, A.I. Ugriumov, K.A. Yarovikova*

## **ICELAND LOW, ARCTIC HIGH AND CLIMATE OSCILLATIONS IN ST. PETERSBURG**

*В статье дается оценка влияния основных центров действия атмосферы — исландского циклона и арктического антициклона на короткопериодные циклические колебания климата Санкт-Петербурга в период с января по март. Показано, что наилучший результат обнаружили долготные различия в положении центров действия атмосферы. В статье предложен параметр, описывающий разность долгот исландской депрессии и арктического антициклона и показана его связь с колебаниями температуры воздуха в Санкт-Петербурге.*

*Ключевые слова: Изменения климата, центры действия атмосферы, исландский циклон, арктический антициклон.*

*The main atmospheric activity centers (the Icelandic depression and Arctic anticyclone) impact on short-period cyclic oscillations of climate in St. Petersburg (from January to March) is presented. It has been shown, that the best result matches longitude differences of atmospheric activity centers. The authors propose a parameter that describes the longitude difference between Icelandic depression and Arctic anticyclone and its connection with air temperature fluctuations in St. Petersburg.*

*Key words: Climate oscillations, centre of atmospheric action, Iceland Low, Arctic High.*

Изменения климата можно разделить на две составляющих: собственно изменение климата в масштабе столетий и короткопериодные его изменения в масштабе десятилетий [3].

XX и начало XXI в. характеризуются наличием обоих видов изменений климата. Это длительный положительный тренд температуры воздуха, отражающий глобальное потепление и короткие периоды относительного тепла и холода на фоне данного тренда. В настоящей работе рассматриваются короткопериодные циклические колебания климата Санкт-Петербурга. Наиболее ярки такие колебания климата в средних широтах Евразии и, соответственно, в Санкт-Петербурге. Они проявляются в холодный период года, особенно с января по март [1, 2], поэтому в качестве характеристики колебаний климата Санкт-Петербурга мы будем рассматривать временной ход ежегодных значений температуры воздуха, осредненных для периода январь — март.

Есть все основания считать, что короткопериодные колебания климата в Санкт-Петербурге во многом обусловлены колебаниями атмосферной циркуляции, изменениями положения центров действия атмосферы. Так, в работах [6, 8] обнаружены достаточно тесные статистические связи колебаний климата в Санкт-Петербурге в

марте — апреле с такими параметрами исландской депрессии, как широта и долгота ее расположения. При приближении депрессии к северо-западу России температура в Санкт-Петербурге растет, при удалении — падает.

Однако район Санкт-Петербурга в зимний период подвержен влиянию двух основных центров действия атмосферы — исландского циклона и арктического антициклона [7]. Попеременное влияние этих центров на климат может привести то к похолоданию, то к потеплению, то есть сформировать исследуемые волны короткопериодной изменчивости климата.

В настоящей работе предпринята попытка проверить эту гипотезу. Основой для исследований послужили многолетние изменения (с 1945 по 1995 г.) географического положения исландского циклона [4] и арктического антициклона [5] в сравнении с колебаниями температуры воздуха в Санкт-Петербурге.

Рассмотрим вначале многолетний временной ход температуры в Санкт-Петербурге (среднее за январь — март). При этом ежегодные значения подвергнем процедуре скользящего осреднения по 3 года для удаления случайных колебаний (рис. 1).

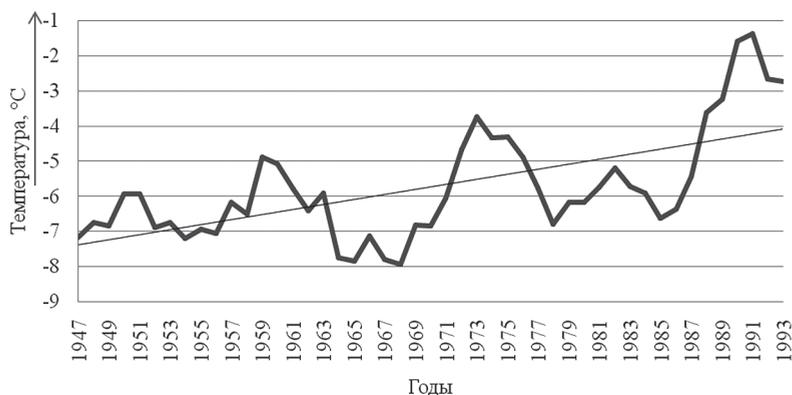


Рис. 1. Временной ход зимней температуры в Санкт-Петербурге за период с 1947 по 1993 г. (январь — март), прямая линия — линейный тренд

Хорошо видны два вида изменений климата: выраженный линейный тренд и циклические колебания температуры относительно него. Если судить по максимумам температуры, то волны циклических изменений примерно следующие: с 1951 по 1960 г., с 1961 по 1974 г., с 1975 по 1982 г., с 1983 по 1991 г. Колебательный процесс, как и всякий природный, статистически нестационарен: период цикличности меняется от 7 до 13 лет, амплитуда — от 1 до 5 °C. Именно эти колебания следует далее сравнить с изменениями параметров географического положения центров действия атмосферы.

Расположение центров действия также подвержено циклическим колебаниям в масштабе десятилетий. Для выявления характера этих колебаний рассмотрим связи между широтой и долготой географического положения исландской депрессии и арктического антициклона. Временные ряды данных параметров, также как и для

температуры воздуха в Санкт-Петербурге, были составлены из средних значений с января по март каждого года и подвергнуты процедуре скользящего сглаживания по 3 года.

Рассмотрим корреляционную диаграмму связи долготы и широты исландской депрессии (рис. 2). Прежде всего отметим, что статистическая связь достаточно тесная (коэффициент корреляции  $R = 0,745$ ), и она показывает, что при климатических колебаниях депрессия одновременно смещается к востоку и к северу либо, наоборот, к западу и к югу. Таким образом, в масштабах короткопериодных изменений климата исландская депрессия совершает циклические движения по оси юго-запад — северо-восток, то приближаясь к Европе, то удаляясь от нее.



Рис. 2. Корреляционная диаграмма изменений широты и долготы исландской депрессии за период с 1946 по 1994 г. (январь – март)

Для интерпретации результатов оценки корреляционной связи широта—долгота арктического антициклона требуется разъяснение, связанное с индексацией долготы расположения антициклона. В работе [5], откуда взяты данные по антициклону, шкала долготы непрерывная от 0 до  $360^\circ$ , то есть восточная. Малым значениям долготы соответствует крайне западное положение антициклона, большим значениям — крайне восточное (рис. 3).

Корреляционная диаграмма показывает, что при отходе арктического антициклона к западу он одновременно смещается ближе к полюсу (увеличивается широта), при смещении арктического антициклона к востоку он одновременно опускается к югу. Таким образом, климатическая изменчивость положения арктического антициклона заключается в его попеременном смещении по оси северо-запад — юго-восток. Теснота статистической связи широта—долгота, однако, несколько меньше, чем у исландской депрессии (коэффициент корреляции  $R = 0,548$ ).

Рассмотрим теперь статистические связи параметров географического положения исландской депрессии и арктического антициклона.

Изменения широт обоих центров действия в целом за исследованный период были противоположными (рис. 4): смещение исландской депрессии к северу сопровождалось отходом арктического антициклона к югу.

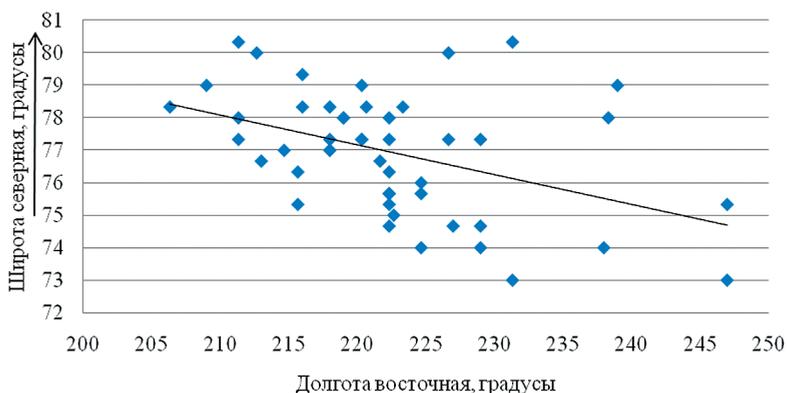


Рис. 3. Корреляционная диаграмма изменений широты и долготы арктического антициклона за период с 1946 по 1994 г. (январь – март)

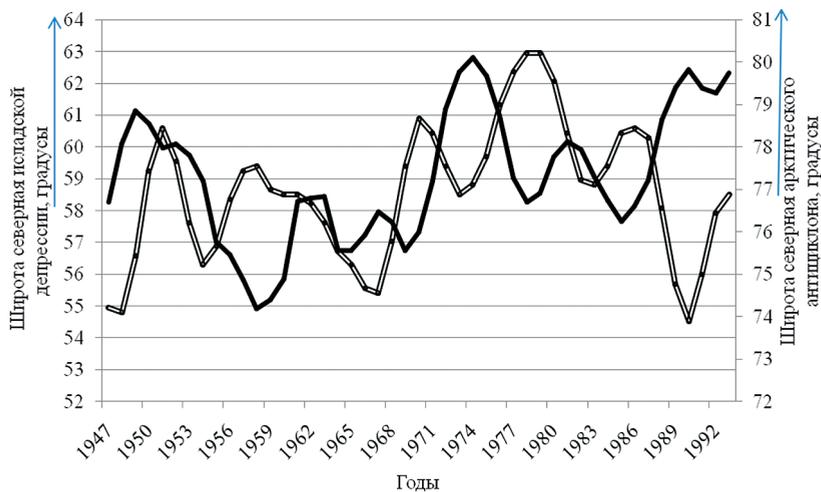


Рис. 4. Синхронные изменения широт расположения исландской депрессии и арктического антициклона за период с 1947 по 1993 г. (январь – март): а — широта исландской депрессии (сплошная кривая); б — широта арктического антициклона (двойная кривая)

Изменения долгот расположения исландской депрессии и арктического антициклона, напротив, однозначны (рис. 5): оба центра действия одновременно смещаются то к западу, то к востоку.

Объединяя выводы по данным рис. 4 и 5, следует констатировать, что короткопериодные климатические колебания положения исландской депрессии и арктического антициклона связаны между собой следующим образом: это система наподобие маятника — отход к югу одного барического центра сопровождается движением к северу другого при одновременном смещении их к востоку; в следующей фазе колебания

оба центра действия уходят к западу, причем арктический антициклон поднимается к полюсу, а исландская депрессия уходит на юг.

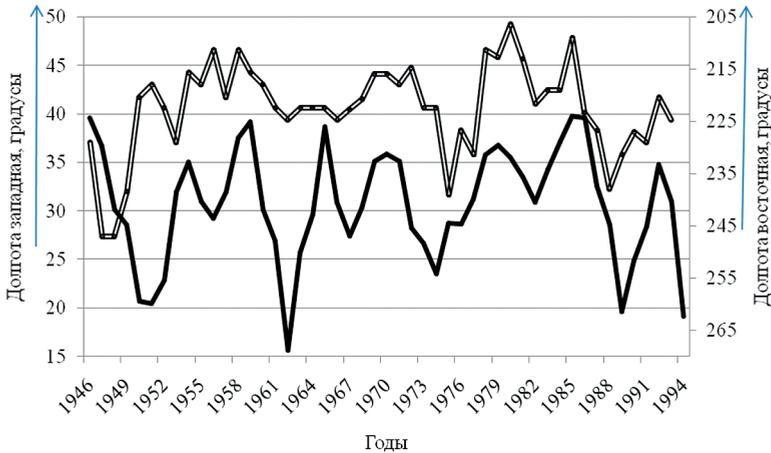


Рис. 5. Синхронные изменения долгот расположения исландской депрессии и арктического антициклона за период 1946 по 1994 г. (январь – март): *a* — долгота исландской депрессии (сплошная кривая); *b* — долгота арктического антициклона (двойная кривая)

При анализе влияния взаимного расположения арктического антициклона и исландской депрессии на короткопериодные колебания климата Санкт-Петербурга наилучший результат обнаружили долготные различия в положении центров действия. Для иллюстрации данного влияния предложен параметр:

$$\Delta\lambda = \lambda_{\text{исл.д.}} - \lambda_{\text{аркт.ан.}}$$

где  $\lambda$  — долгота;  $\Delta\lambda$  — разность долгот исландской депрессии и арктического антициклона.

Показана связь данного параметра с колебаниями температуры воздуха в Санкт-Петербурге (рис. 6). Видно, что в целом связь положительна: большим значениям  $\Delta\lambda$  соответствуют потепления, а малым — похолодания. Исключение составляет период с 1990 по 1993 г. Тесноту данной связи можно оценить по корреляционному графику на рис. 7.

В целом корреляционная диаграмма дает небольшой коэффициент корреляции ( $R = 0,25$ ), однако, это связано с тем, что есть четыре точки внизу диаграммы, которые соответствуют как раз нарушению прямой связи в 1990–1993 гг., отмеченным выше. Если исключить четыре нижних точки на графике, то уровень корреляции существенно поднимется ( $R = 0,70$ ). Нарушение обнаруженной связи в упомянутых годах требует дополнительных исследований. Здесь же мы дадим возможную интерпретацию обнаруженной прямой статистической связи разности долгот центров действия и температуры воздуха в Санкт-Петербурге.

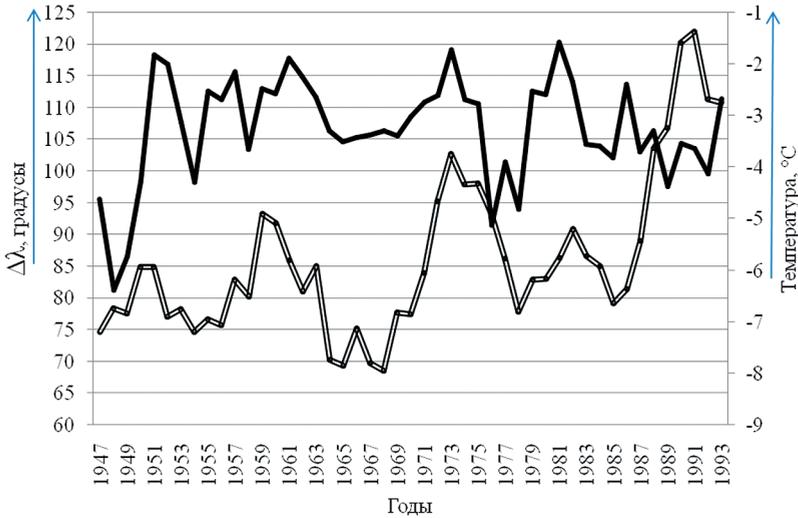


Рис. 6. Временной ход температуры воздуха в Санкт-Петербурге и разности долгот расположения исландской депрессии и арктического антициклона ( $\Delta\lambda$ ) за период с 1947 по 1993 г. (январь – март): *a* –  $\Delta\lambda$  – разность долгот исландской депрессии и арктического антициклона (сплошная кривая); *б* – температура Санкт-Петербурга (двойная кривая)

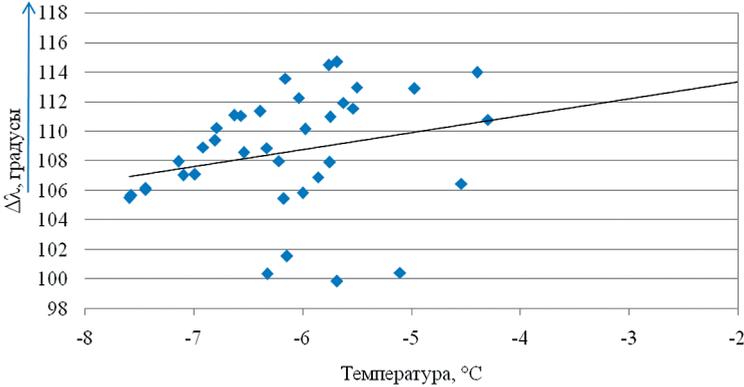


Рис. 7. Корреляционная диаграмма изменений параметра  $\Delta\lambda$  и температуры в Санкт-Петербурге за период с 1949 по 1993 г. (январь – март)

Ранее было показано, что климатические изменения долгот арктического антициклона и исландской депрессии однозначны, то есть продвижение к востоку одного из центров действия сопровождается аналогичным движением другого и, наоборот, отмечается одновременное перемещение их к западу. Однако, как следует из данных рис. 6, разность долгот  $\Delta\lambda$  не остается постоянной, а меняется от 80 до 120° долготы. При малых значениях  $\Delta\lambda$  температура в Санкт-Петербурге понижается, при

больших — увеличивается. Малые значения  $\Delta\lambda$  означают, что исландская депрессия аномально смещается на запад, а арктический антициклон аномально смещается на восток, максимально приближаясь к северо-западу России, то есть к Санкт-Петербургу. В этом случае его влияние на климат города оказывается доминирующим, и температура воздуха падает. При больших значениях  $\Delta\lambda$ , напротив, ближе к Санкт-Петербургу оказывается исландская депрессия, которая в условиях зимнего времени способствует усиленной адвекции теплого атлантического воздуха на северо-запад России и потеплению климата в Санкт-Петербурге.

Обнаруженные статистические связи, безусловно, требуют дальнейших исследований, связанных как с увеличением временных рядов исследуемых характеристик до настоящего времени, так и с объяснением их нарушений. Однако они уверенно свидетельствуют о большой роли центров действия атмосферы в формировании короткопериодных колебаний климата на северо-западе России.

### Литература

1. Карлин Л.Н., Ефимова Ю.В., Никифоров А.В. Некоторые климатические характеристики Санкт-Петербурга в эпоху глобального потепления // Учёные записки РГГМУ, 2005, № 1, с. 22–29.
2. Климат России / Под ред. Н.В. Кобышевой. — СПб.: Гидрометеоздат, 2001.
3. Кондратьев К.Я. Глобальный климат. — СПб.: Наука, 1992.
4. Мониторинг общей циркуляции атмосферы / Под ред. А.И. Неушкина. — Обнинск: Изд. ВНИИГМИ-МЦД, 2012.
5. Смирнов Н.П., Воробьев В.Н. Арктический антициклон и динамика климата северной полярной области. — СПб.: РГГМУ, 2003.
6. Угрюмов А.И., Харьковова Н.В. Современные изменения климата Санкт-Петербурга и колебания циркуляции атмосферы // Метеорология и гидрология, 2008, № 1.
7. Угрюмов А.И. Долгосрочные метеорологические прогнозы. — СПб.: РГГМУ, 2006.
8. Пальцева Е.С., Угрюмов А.И., Федосеева Н.В. Многолетняя динамика Исландской депрессии и формирование короткопериодных колебаний климата на Северо-Западе России // Учёные записки РГГМУ, 2013, № 29, с. 100–109.