

УДК 551.509.616

**ПРОЯВЛЕНИЕ ИНДЕКСОВ ЦИРКУЛЯЦИИ ДЛЯ АТЛАНТИКО-ЕВРОПЕЙСКОГО СЕКТОРА ВО ВРЕМЕННЫХ РЯДАХ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ КАЗАХСТАНА**

Канд. геогр. наук А.В.Чередниченко

*Проанализирована связь между временными рядами температуры и осадков на территории Казахстана с одной стороны и индексами циркуляции в первом естественном синоптическом районе САК (Северные Атлантические Колебания) и ЗОН, а также параметрами аномальности Багрова и Токарева с другой. Показано, что существует в общем хорошая связь, особенно для крупных аномалий. В то же время для улучшения связей необходимо учитывать также влияние Сибирского антициклона, особенно проявляющееся в зимний период. Показана целесообразность углубленного анализа связей с индексами общей циркуляции.*

В общей циркуляции атмосферы основным является западно-восточный перенос, который время от времени нарушается меридиональными возмущениями. Естественно поэтому попытаться выявить связи между циркуляцией в Атлантико-Европейском секторе, представляемой обычно в виде разных параметров циркуляции или индексов, и особенностями в рядах температуры и осадков Казахстана.

Не будучи в состоянии рассмотреть все 14, предложенных и используемых сегодня для такой оценки индексов, Барнстоном и Лавези [1] в интерпретации Харела [[www.cgd.ucar.edu/jhurrell/nao.p.c.html](http://www.cgd.ucar.edu/jhurrell/nao.p.c.html)], мы остановились на тех, которые показывают хорошую корреляцию с наблюдающимися в регионе Казахстана процессами.

Индексы САК, ЗОН. В изменениях глобальной температуры воздуха высоких широт Северного полушария, в течение 20 века обнаруживаются три достаточно самостоятельных периода. Первый период, период потепления, начался в 1920-е годы и продолжался до 1940-х годов. Второй период, период похолодания, наблюдался с 1940-х годов и продолжался до середины 1960-х годов. Третий период, период очередного потепления, начался в конце 1960-х годов и продолжается по настоящее время [3 и др.].

Исследование потепления 1920...1940-х годов, предпринятое в [4], показало, что в этот период циркуляция атмосферы претерпела существенные изменения, усилилась ее меридиональность. Повторяемость циклонов и антициклонов оставалась прежней, но пути циклонов стали проходить севернее, чем в предыдущие десятилетия. Это способствовало увеличению количества теплого воздуха, поступающего в высокие широты и привело к потеплению Арктики. Такое объяснение позволило авторам [5-12 и др] предположить, что и нынешнее потепление обусловлено существованием теплых и холодных эпох в общей циркуляции атмосферы, т.е. нынешнее потепление обусловлено циркуляционными факторами, хотя влияние парниковых газов полностью не отрицается. Более того, в 3 и 4 отчете МГЭИК, современное изменение климата в большей степени объясняется антропогенными воздействиями [7, 21-23]. Главным элементом циркуляции в умеренных широтах является западно-восточный перенос [13]. Наличие длинных волн в средней тропосфере и центров действия, постоянных и сезонных, искажает западно-восточный перенос, в нем возникают меридиональные составляющие, способствующие межширотному обмену теплом и вызывая крупные аномалии температуры и других параметров атмосферы. В масштабах климатических колебаний такие связи пока не установлены, хотя на уровне циркуляции месяц и сезон проблема не плохо изучена [7, 13-15 и др.]. А.И. Угрюмов и Н.В. Харьков в [17] решили по возможности восполнить этот пробел.

Для характеристики колебаний атмосферной циркуляции авторы использовали три индекса. Первый из них, это индекс северо-атлантического колебания САК. Индекс характеризует интенсивность зональной циркуляции над Атлантическим океаном, регулируемая Исландским минимумом и Азорским антициклоном. Индекс САК был подвержен сглаживанию и приведен к стандартной размерности индексов циркуляции Каца.

Второй показатель  $i_3$  характеризует степень зональности циркуляции атмосферы непосредственно над Европой он представляет собой средние сезонные значения индекса зональной циркуляции А.Л. Каца в широтной зоне  $50...60^\circ$  с.ш. и ограниченной меридианами  $0...30^\circ$  в.д. Ни один из этих индексов не характеризует в полной мере циркуляцию над Атлантикой и Европой, кроме того, не учитывается влияние Сибирского антициклона, и полярного центра действия. Поэтому авторы [14] предложили третий интегральный показатель зональности циркуляции, объединяющей два названных выше:

$$\text{ЗОН} = 0,5 (\text{NAO} + i_3). \quad (1)$$

Величина этого индекса рассчитана за период с 1898 г. по 2000 г., что дало возможность проанализировать причины климатических колебаний в течение 20 в., как следствие особенностей зональной циркуляции.

Сравнение индекса ЗОН и векового хода аномалий количества осадков в Петербурге показало, что связь между ними слабая, а со временем она меняет знак. Следовательно, объяснить климатические колебания осадков прямым переносом влаги на континент, т.е. колебанием зональной циркуляции, невозможно. В то же время оказалось, что климатические колебания осадков в Петербурге находятся в хорошем согласии с колебаниями индекса Каца,  $i_3$  для Европы, находясь в противофазе с ними. Следовательно, усиление меридиональности и уменьшение зональности приводит к увеличению количества осадков. Данная связь проявляется в деталях временного хода индекса осадков, она характерна для крупных интервалов времени, которые можно назвать циркуляционными эпохами. Под эпохой здесь имеется в виду отрезок времени, в течение которого в Европе преобладал определенный знак аномалии индекса  $i_3$  [14]. При отрицательной аномалии имеет место меридиональная циркуляция, а при положительной – зональная. Авторы выделяют пять циркуляционных эпох: зональная в 1898...1916 гг., меридиональная в 1917...1934 гг., зональная в 1935...1953 гг., меридиональные в 1954...1979 гг., зональная в 1980...1990 гг.

Найденная зависимость в [17] объясняется тем, что траектории циклонов проходят преимущественно южнее Петербурга, а их северная периферия обычно не дает значительных осадков. При меридиональной же циркуляции на этот район начинают выходить южные циклоны, которые и дают избыток осадков над нормой. Связь индекса ЗОН с временным ходом температуры в Европе или Петербурге в [17] не анализировалась.

В [10] было показано, что похолодание на Европейской части России в 1980...1990-е годы, т.е. в период глобального потепления, было обусловлено преобладанием в те годы аномальной адвекции холода по восточной периферии области положительной аномалии давления и геопотенциала с центром над Скандинавией. Эта форма циркуляции связана с положительной фазой арктического и североатлантического колебаний в предыдущую зиму.

В [10, 15] показано также, что зимнее потепление над ЕТР обусловлено, в первую очередь, увеличением повторяемости положительной фазы арктического (АК) и северо-атлантического (САК) колебаний [12, 14], т.е. интенсификации адвекции теплого атлантического воздуха на ЕТР. Из других индексов дальних связей Барнстона и Ливези [20] для Северного полушария

статистически значимо коррелирует первая мода главного компонента изменчивости температуры  $ГК_1$  с индексом Восточная Атлантика – Западная Евразия в ноябре. Коэффициент корреляции около 0,51. Другие индексы, предложенные этими авторами, оказались статистически незначимыми. Также незначима их корреляция с Арктическим колебанием (АК).

Попробуем проанализировать связь индексов ЗОН,  $i_3$  и установленными в [3 и др.] эпохами с климатическими колебаниями температуры и осадков в Казахстане. На рис. 1 представлен ход индексов ЗОН и  $i_3$  совместно с временным ходом средней по Казахстану температуры.

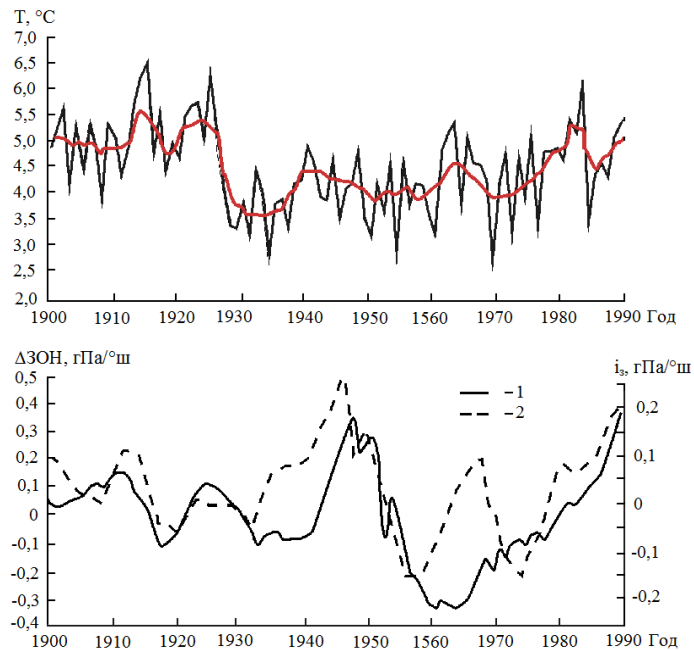


Рис. 1. Временной ход индексов ЗОН,  $i_3$  и средней по Казахстану температуры ( $T$ ) в течение 20 века. 1 – ЗОН; 2 –  $i_3$ .

Прежде всего отметим, что временной ход ЗОН и  $i_3$  до 1956 г. имеют хорошее согласование. Только в последующем на отрезке 1956...1974 гг. имеет место минимум индекса  $i_3$  по абсолютной величине, который почти отсутствует во временном ходе ЗОН.

Общая связь между временным ходом индекса ЗОН и ходом средней температуры в Казахстане имеется. Меридиональным эпохам соответствуют периоды резкого изменения температуры: в эпоху с 1916 по 1954 гг. – падение, а в эпоху 1954...1979 гг. – рост. В периоды зональных эпох резкого изменения температуры не происходило, но именно в эти периоды имели место минимумы в ее ходе.

Что же касается связи индексов ЗОН и  $i_3$  с осадками, то возьмем для этого их временной ход в Кокшетау и Темире (рис. 2).

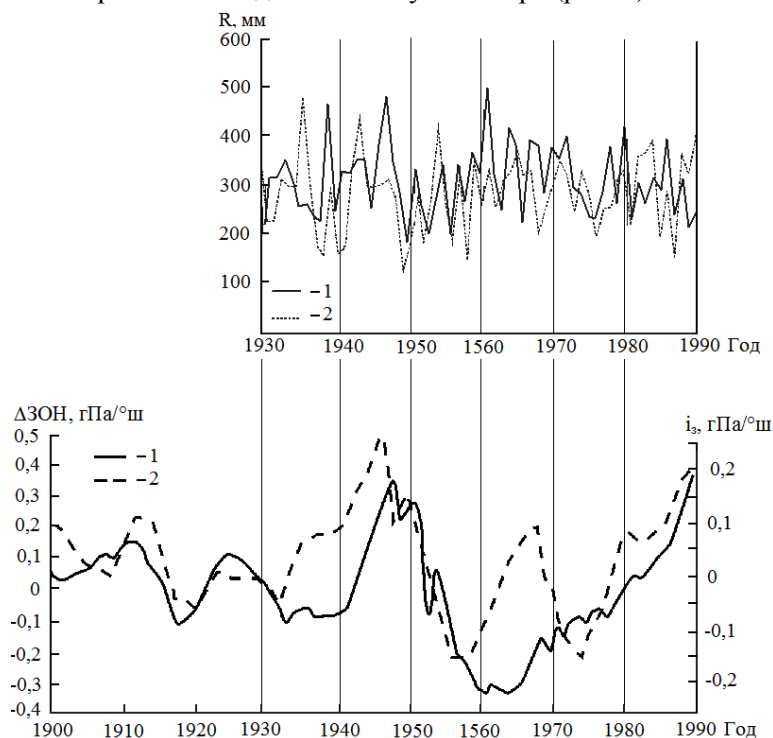


Рис. 2. Временной ход индексов ЗОН,  $i_3$  и годового количества осадков ( $R$ ) на станциях Кокшетау(1) и Темир (2). 1 – ЗОН; 2 –  $i_3$ .

Во временном ходе осадков в Кокшетау зональным эпохам соответствует минимум количества осадков, а меридиональным – максимум в их временном ходе. Похожая ситуация характерна и для Темира, кроме одного – на последнем зональном этапе имеет место максимум, а не минимум осадков.

Следовательно, индексы ЗОН и  $i_3$ , вычисленные для Атлантико-Европейского региона, достаточно хорошо коррелируют с крупными изменениями временного хода температуры и осадков в Казахстане, как части территории, на которой действует механизм общей циркуляции атмосферы. В то же время можно видеть, что более высокого уровня связей можно достичь, учитывая местные циркуляционные и орографические механизмы воздействия.

*Индексы Багрова и Токарева.* Особенности проявления современного потепления климата в тропосфере Атлантико-Европейского региона рассмотрены Переведенцевым Ю.П. и соавторами в [14]. Объектом ис-

следования был регион, ограниченный 30 – 80° с.ш., 60° з.д. – 70° в.д. Изучались аномалии средних годовых температур в узлах сетки с шагом 2,5×2,5° не только у земли, но и до высоты изобарической поверхности 200 гПа за период 1958 – 2001 гг. Проанализировав и обобщив ряд последних исследований, авторы согласились с тем, что в обоих полушариях Земли доминирует тенденция потепления. Потепление составило для Земли в целом 0,41 °С/ 100 лет, но в Южном полушарии оно равно 0,43 °С/100 лет, а в Северном только 0,39 °С/100 лет. Приведенные величины потепления заметно ниже приводимых рядом других авторов [17-25]. По сравнению с Северным в Южном полушарии многолетние периоды потепления отличались большей продолжительностью, а периоды похолодания были заметно короче. Имеют место несовпадения хронологий следования фаз потеплений и похолоданий в обоих полушариях. Рост температуры в Южном полушарии был наиболее интенсивным в 1908...1944 гг, а во второй половине 20 века скорость потепления была в два раза ниже, чем в Северном полушарии.

Потепление в Северном полушарии коррелирует с ледовитостью Северной Атлантики и течением Эль-Ниньо – южное колебание, а в Южном – с вариациями CO<sub>2</sub> в атмосфере и тем же Эль-Ниньо. Следовательно, природа потепления в этих полушариях, как считают авторы [12], различна. Роль солнечного фактора оказалась пренебрежимо малой.

Для собственных исследований циркуляций в названном регионе авторы использовали два параметра или индекса аномальности: Н.А. Багрова и В.Г. Токарева [16]. Параметр аномальности Н.А. Багрова, ( $K_6$ ) рассчитывается по формуле:

$$K_6 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left( \frac{\Delta T_i}{\delta_i} \right)^2, \quad (2)$$

где  $\Delta T_i$  – аномалия температуры в точке  $I$ ,  $\delta_i$  – среднее квадратическое отклонение температуры в той же точке  $I$ ,  $N$  – число точек.

Можно видеть из (2), что параметр аномальности Багрова учитывает только величину аномальности и он всегда положительный. Параметр аномальности Токарева, однако, позволяет учитывать и величину, и знак аномальности, потому что он рассчитывается по формуле:

$$K_T = \frac{1}{N + M} \left[ \sum_{i=1}^N \left( \frac{\Delta T_i}{\delta_i} \right)_n^2 - \sum_{i=1}^M \left( \frac{\Delta T_i}{\delta_i} \right)_m^2 \right], \quad (3)$$

где  $N$  – число точек с положительной аномалией,  $M$  – число точек с отрицательной аномалией.

Для Атлантико-Европейского региона были рассчитаны величины и построен временной ход обоих параметров аномальности за период с 1958 по 2001 гг. [18].

Обнаружено, что оба параметра испытывают значительные колебания от года к году. Примерно до 1984 г. параметры идут в противофазе, а затем параметр ( $K_T$ ) принимает только положительные значения и идет параллельно параметру  $K_6$ . В период с 1960 по 1979 г. параметр ( $K_T$ ) имел отрицательные значения, которому соответствуют периоды похолоданий в Европе 1964 и 1972 гг.

Анализ периодов среднемесячных значений температуры воздуха за анализируемый период выявил большую пространственно – временную неоднородность в тенденциях изменения температуры в различных частях региона. Поэтому не рассчитывая на высокую степень корреляции, мы попытались все же проанализировать, существует ли связь между параметрами аномальности для Атлантико-Европейского сектора  $K_6$  и  $K_T$  и временным ходом температуры в Казахстане.

На рис. 3 представлен временной ход параметров Токарева и Багрова по [18], а рядом временной ход температуры для станций Темир, Казалинск, Семипалатинск, начиная с того же 1958 г. Поскольку параметры  $K_6$  и  $K_T$  большую часть периода находятся в противофазе, будем говорить в основном о параметре  $K_T$ .

Можно видеть, что имеет место хорошее совпадение экстремумов отрицательных значений параметра аномальности Токарева и экстремально низких средних годовых температур по станциям Казахстана. Так, по станции Темир экстремально низкие температуры 1969, 1976 и 1983 гг. совпадают с отрицательными экстремумами индекса Токарева. Несколько хуже, но имеется совпадение и по экстремально высоким температурам. В то же время холодные 1960, 1984 годы отклика в ходе  $K_T$  не имеют. Кроме того, величины аномальности среднегодовой температуры тоже не всегда пропорциональны величине  $K_T$ . Это особенно заметно для холодного 1969, 1984 гг. и других.

Несколько слабее синхронность временного хода  $K_T$  и средней месячной температуры для Казалинска, имеют место отдельные совпадения экстремумов, как отрицательных так и положительных (рис. 3).

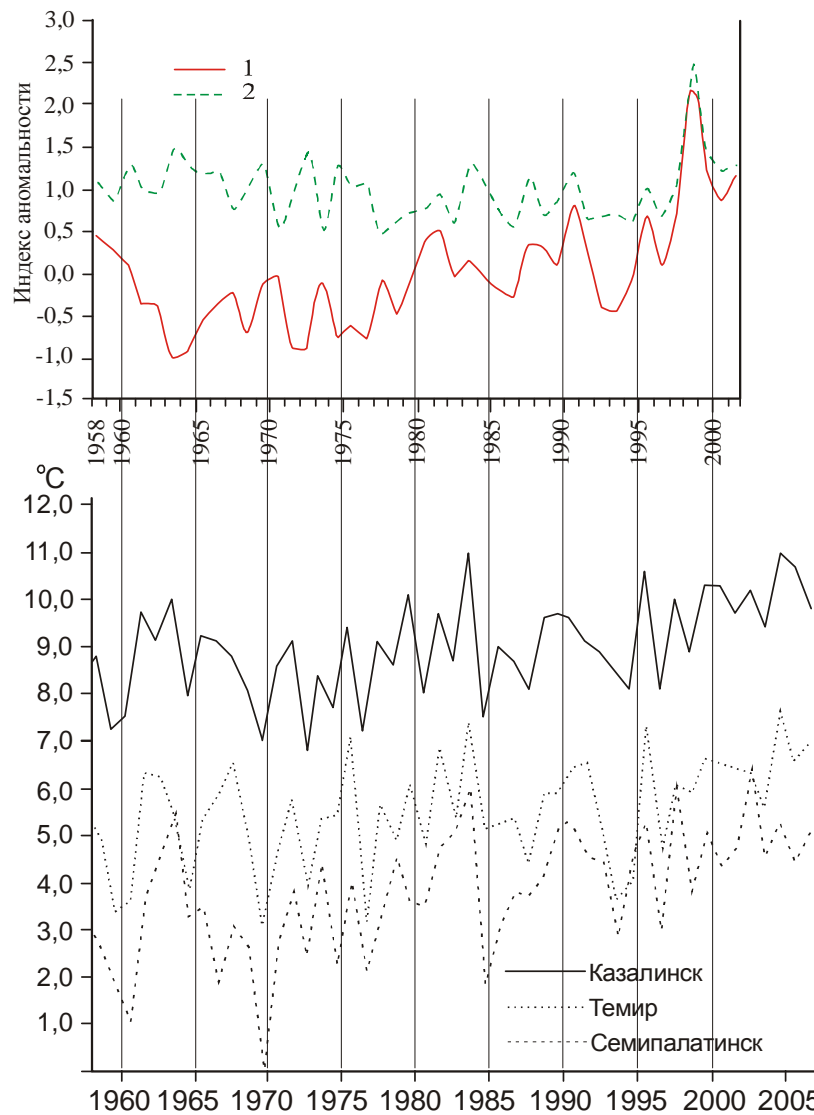


Рис. 3. Многолетние изменения индексов Токарева (1) и Багрова (2) и временной ход температуры для станций Темир, Казалинск, Семипалатинск.

Для временного ряда температуры Семипалатинска характерно совпадение по времени экстремально низких температур в 1969, 1992 и 1996 гг. с отрицательными аномалиями  $K_T$ , а также экстремально высоких температур в 1982, 1990 и 1997 гг. с положительными экстремумами  $K_T$ . В целом, однако, синхронность хода  $K_T$  и среднегодовой температуры в Семипалатинске еще ниже, чем в Казалинске. Важным является также то, что с удалением от Атлантико-Евразийского региона исследований постепенно ослабевает также и количественная связь между  $K_T$  и температурой.



Рассмотрим теперь, как согласуются с индексом  $K_T$  временные ряды осадков. Как и в случае с температурой, имеет место определенная синхронность в ходе  $K_T$  и осадков. Так, для станции Темир характерно совпадение экстремально низкого количества осадков 1969, 1977 гг. с экстремально низкими величинами  $K_T$ . Также экстремально высокое количество осадков в 1983...1984, 1992 и 1999 гг. совпадают с высокими  $K_T$ . Максимум осадков в 1984 г. достаточного отражения в величине  $K_T$  не нашел, однако он совпадает с экстремумом  $K_6$  (рис. 4).

Для временного ряда осадков станции Семипалатинск синхронность с ходом  $K_T$  оказалась выше, чем для ряда температуры. Имеют хорошее совпадение не только минимумы осадков, в 1975...1989, 1967...1968 гг., но и максимумы в 1961, 1969, 1980, 1991 и 1994 гг.

Проанализируем экстремумы во временных рядах температуры и осадков станций, данные которых мы использовали выше (рис. 3 и 4). Несмотря на синхронное наступление большинства экстремумов в рядах температуры, их амплитуда существенно изменяется по территории. Так, экстремально холодный 1969 г. выразился в отклонении от нормы среднегодовой температуры для Семипалатинска 3,7 °С, для Темира – 2,1 °С, а экстремально высокая температура 1982 г. в Казалинске составила отклонение от нормы 2,5 °С, в Темире 1,9 °С, в Семипалатинске – 2,2 °С, в Жаркенте 1,6 °С, а в Кокшетау 0,4 °С. Аналогично обстоит дело и с осадками. В 2002 г. они были выше нормы в Темире на 175 мм, в Семипалатинске – на 80 мм, в Кокшетау – на 60 мм. На станциях южнее 50° с.ш. в Казалинске осадки были ниже нормы, в Жаркенте – также ниже нормы.

Таким образом, проанализировав связь временного ряда аномальной температуры в Атлантико-Европейском секторе, представленного в виде параметров Токарева и Багрова, с временными рядами температуры и осадков, мы установили, что такая связь существует. Для рядов температуры отрицательным величинам параметра  $K_T$  соответствуют отрицательные аномалии среднегодовой температуры и наоборот. При этом отклонение среднегодовой температуры от нормы увеличивается к востоку, достигая максимума в Семипалатинске и Усть-Каменогорске.

Отклонению параметра  $K_T$  в направлении положительных величин соответствует превышение средней годовой температуры над нормой, но максимум этот имеет место в центральных районах Казахстана (М Казалинск, постепенно ослабевая к западу и востоку и совсем быстро ослабевая севернее 50° с.ш. (Кокшетау).

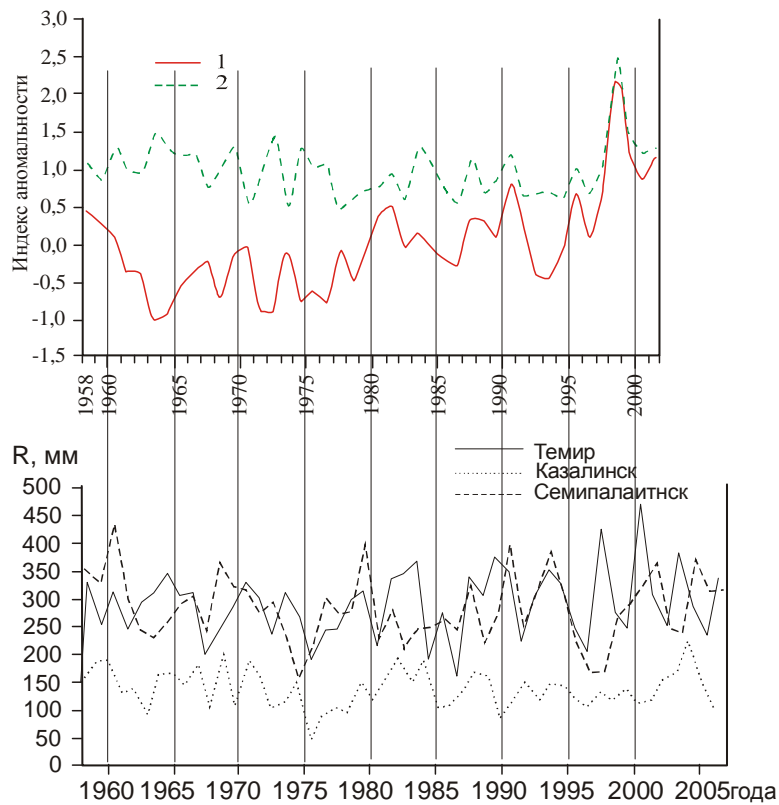


Рис. 4. Многолетние изменения индексов Токарева (1) и Багрова (2) и временной ход осадков для станций Темир, Казалинск, Семипалатинск.

Связь параметра  $K_T$  на временной ход осадков проявляется в том, что в годы отрицательных экстремумов  $K_T$  имеет место экстремально высокое количество осадков на северной части территории Казахстана и в уменьшении амплитуды отклика на минимум  $K_T$  при перемещении с запада на восток Казахстана (Темир – Семипалатинск). Отклик в рядах осадков уменьшается медленнее, чем для временных рядов температуры. В то же время на некоторых станциях (Казалинск) экстремально низким  $K_T$  соответствует и экстремально низкое количество осадков.

Территория Казахстана испытывает на себе сильное влияние процессов, происходящих над Атлантикой и Западной Европой, но, кроме этого, сказывается в холодный период влияние сезонного центра действия Сибирского антициклона, формирующего экстремально низкие температуры в этот период. И чем восточнее регион Казахстана, тем это влияние сильнее. Летом проявляется влияние субтропического пояса высокого давления. Орография региона такова, что сухие и теплые воздушные мас-

сы приходят в Казахстан с юго-запада. Это и определяет появление экстремально высоких температур в центральных районах Казахстана.

В [3] для Атлантико-Европейского сектора тоже получено, что амплитуды годового хода температуры воздуха над Европой увеличиваются в направлении с запада на восток от минимальных амплитуд над Атлантическим побережьем Европы (7...8 °С) до максимальных над Европейской частью России (15...17 °С). Мы показали, что рост амплитуд годового хода увеличивается вплоть до меридиана 80° в.д., т.е. до восточных границ Казахстана, и это объясняется влиянием сезонного центра действия Сибирского антициклона зимой и выносом горячего и сухого тропического воздуха из пояса повышенного давления субтропических широт – летом.

Иногда связь с параметром Багрова оказывается количественно более сильной, чем с параметром Токарева. Поэтому целесообразно использовать оба параметра одновременно. Было бы очень интересно изучить внутригодовую структуру временного хода температуры воздуха в Казахстане во взаимосвязи с параметрами  $K_T$  и  $K_6$ . Это безусловно углубило бы понимание обсуждаемых взаимосвязей [18].

Авторы [12] указывают на наличие синхронного хода температуры в Атлантико-Европейском секторе и на всем Северном полушарии при весьма сложной пространственно-временной изменчивости температуры воздуха не только у земли, но и на высотах. Мы выше показали, что не только температура, но и осадки над территорией Казахстана тоже находятся в синхронной, а иногда противофазой зависимости с процессами в Атлантико-Европейском секторе.

Отклик на тот или иной тип циркуляции не обязательно следует мгновенно. Особенности циркуляции одного сезона могут сказаться через несколько месяцев. В [4, 12] показано, например, что аномалии интенсивности зональной циркуляции на изобарической поверхности 700 гПа и аномалии циклонической активности на арктическом фронте в январе и феврале вносят существенный вклад в формирование аномалий средней месячной, сезонной и средней годовой температур воздуха. Они определяют 51 % дисперсии средней годовой температуры, 39 % – температуры марта – декабря и 27 % – температуры июня – декабря. Такое асинхронное воздействие зимней циркуляции осуществляется через положительные обратные связи в системе атмосфера – подстилающая поверхность.

Естественно предположить, что связи, например, через температуру океанической поверхности, могут быть и более дальними. Это и нару-

шает синхронность в изменении индексов циркуляции и во временных рядах температуры и осадков.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байдал М.Х. Долгосрочные прогнозы погоды и колебаний климата Казахстана. Ч. 1 и 2. – Л.: Гидрометеоиздат, 1964. – 446 с.
2. Виттельс Л.А. Магнитные бури как солнечный репер атмосферной циркуляции. // Бюллетень Комиссии по исследованию Солнца. – 1949. – № 1. – С. 3-8.
3. Воробьев В.И., Смирнов Н.П. Северо-Атлантическое колебание. – СПб.: Издательство РГГМУ, 2002. – 56 с.
4. Гирс А.А. Многолетние колебания атмосферной циркуляции и долгосрочные гидрометеорологические прогнозы. – Л.: Гидрометеоиздат, 1971. – 488 с.
5. Груза Г.В., Ранькова Э.Я. Структура и изменчивость наблюдаемого климата. Температура воздуха Северного полушария. – Л.: Гидрометеоиздат, 1980. – 72 с.
6. Зверев И.И. Климатология и долгопериодная изменчивость годового хода температуры воздуха над Европой. // Метеорология и гидрология. – 2007. – № 7. – С. 18 – 24.
7. Изменение климата, 2001 г. Обобщенный доклад. Вклад рабочих групп I, II, и III в подготовку третьего доклада об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата. / Под редакцией Р.Т. Уотсона. – ВМО, МГЭИК, Женева. – 2003. – 522 с.
8. Израэль Ю.А., Груза Г.В., Катцов В.М., Мелешко В.П. Изменение глобального климата. Роль антропогенных воздействий. // Метеорология и гидрология. – 2001. – № 5. – С. 5 – 21.
9. Израэль Ю.А., Семенов С.М., Анисимов О.А. и др. Четвертый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата: вклад Рабочей группы II. // Метеорология и гидрология, 2007. – № 9. – С. 5 – 13.
10. Крыжов В.Н. Причины похолоданий в ноябре в 1980 – 1990-х годах на европейской территории России. // Метеорология и гидрология. – 2008. – № 1. – С. 5 – 14.
11. Крыжов В.Н. Связь средней месячной, сезонной и годовой температур воздуха на севере России с индексами зональной циркуляции зимы. // Метеорология и гидрология. – 2003. – № 2. – С. 15 – 28.

12. Нахутин А.И. Дискуссия о пересмотренных оценках аномалий температуры в Северном полушарии в период 1400 – 1980 гг. // *Метеорология и гидрология*. – 2004. – № 12. – С. 90 – 93.
13. Нестеров Е.С. О фазах североатлантического колебания. // *Метеорология и гидрология*. – 2003. – № 1. – С. 64 – 74.
14. Переведенцев Ю.П., Верещагин М.А., Наумов Э.П., Шанталинский К.М. Особенности проявления современного потепления климата в тропосфере Атлантико-Европейского региона. // *Метеорология и гидрология*. – 2004. – № 2. – С. 38 – 47.
15. Сидоренков Н.С., Свиренко П.И. Многолетние изменения атмосферной циркуляции и колебания климата в первом естественном синоптическом районе. // *Тр. Гидрометцентра СССР*. – 1991. – Вып. 316. – С. 93 – 105.
16. Токарев В.Г. Об изменчивости и аномальности средней сезонной температуры воздуха в первую половину лета в Западной Сибири. // *Тр. ЗапСибНИГМИ*. – 1983. – Вып. 59. – С. 20 – 26.
17. Угрюмов А.И., Харьковская Н.В. Современные изменения климата Санкт-Петербурга и колебания циркуляции атмосферы. // *Метеорология и гидрология*. – 2008. – № 1. – С. 24 – 30.
18. Хохлов В.Н. Количественное описание изменения климата Европы во второй половине 20 века. // *Украинский гидрометеорологический журнал*. – № 2. – 2007. – С. 35 – 42.
19. Шерстюков Б.Г. Сезонно-широтные особенности парникового эффекта на территории России. // *Метеорология и гидрология*. – 2007. – №12. – С. 21 – 28.
20. Barnston A.J. and Livezey R.E. Classification, seasonality and persistence of low – frequency atmospheric circulation patterns. – *Mon. Wea. Rev.* 1987, vol. 115, pp. 1083 – 1126.
21. *Climate change 2007: The Physical science basis – contribution of working group I to the IPCC Fourth Assessment report, 2007.*
22. *Climate Change 1995: The Science of climate change. Contribution of working group 1 to the second assessment report of the intergovernmental panel on Climate Change. I. T. Houghton, L.G. Meira Filho, B.A. Callander, N. Harris, A. Rattenberg, K. Masrell (ed.). – Cambridge, Cambridge University Press. 1995, 572 p.*
23. *Climate Change, 2001. The Scientific Basis. Contribution of working group I to the Third assessment report of the intergovernmental panel on Climate*

- Change./ Houton J. T., Ding Y., Grigas D.J., et. al. (eds.). – Cambridge, Cambridge University Press, 2001, 944 p.
24. Clivar, 1995: Study of climate Variability and Predictability. Science pbn: WCRP – 89, Wmo/ TD – NO/ 690. – Jeneva. Suitrerland, 1995, 157 p.
25. Hurrell J.W., Kushnir Y/ Ottersen E/ and Visbec M. The north Atlantic oscillation climate significance and environmental impact. – geophysical monograph., 2003, vol. 134, doi: 10.1029 / 134 GMO1.

Казахский научно-исследовательский институт экологии и климата.  
Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы

**ҚАЗАҚСТАН АУМАҒЫНДАҒЫ ТЕМПЕРАТУРА МЕН ЖАУЫН-  
ШАШЫННЫҢ УАҚЫТТЫҚ ҚАТАРЫНДА АТЛАНТТЫҚ-  
ЕУРОПАЛЫҚ СЕКТОРЫНА АРНАЛҒАН ЦИРКУЛЯЦИЯ  
ИНДЕКСТЕРІНІҢ БАЙҚАЛУЫ**

Геогр. ғылымд. канд. А.В. Чередниченко

*Қазақстан аумағындағы температура мен жауын-шашынның уақыттық қатары мен бірінші табиғи синоптикалық НОА, ЗОН аудандарының циркуляция индексі арасындағы қатынасы бір жағынан, сонымен қатар Багрова және Токарева параметрлері келесі жағынан талданды. Жақсы қатынастың бар екені анықталды, әсіресе үлкен аномалиялар үшін. Сонымен қатар, қатынасты жақсарту үшін әсіресе қысқы мерзімде байқалатын Сібір антициклонының әсерін ескеру қажет. Жалпы циркуляция индекстерімен қатынастардың тереңдетілген талдауының маңыздылығы көрсетілген.*