

УДК 551.583.14

**КЛИМАТ КАЗАХСТАНА, КАК ОТКЛИК НА
ГЛОБАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ**

Канд. геогр. наук А.В.Чередниченко

Построен временной ряд средней температуры для территории Казахстана и выполнен его сравнительный анализ с глобальной температурой и средней температурой России. Выполнено также районирование территории по особенностям временного хода температуры. Выделено четыре однотипных района, существование которых увязано с вековыми эпохами в общей циркуляции атмосферы.

Показано, что в трендах температуры и осадков содержится и циклоническая составляющая, вклад которой тем больше, чем короче анализируемый ряд.

Климат любого региона определяется не только географическими координатами на сфере, от чего зависит приход солнечной радиации, но также условиями циркуляции, в результате которой происходит смена теплых или холодных, влажных или сухих воздушных масс, определяющих в конечном итоге режим температуры и осадков. Для Казахстана условия увлажнения всецело зависят от регулярности поступления влажных воздушных масс с Атлантики. Зимние экстремальные температуры – влиянием и интенсивностью Сибирского антициклона, а летние экстремально высокие температуры – выносом сухих и горячих воздушных масс с Аравии и Ирана, близостью пустынь Средней Азии. Поэтому естественно рассматривать изменения климата в данном регионе во взаимосвязи с общей циркуляцией атмосферы, с изменением ее интенсивности и других характеристик, формализованных в виде индексов, параметров циркуляции и др.

Для территории Казахстана такой подход применительно к изменению климата почти неизвестен. В то же время, как представляется автору, без привлечения данных о динамике циркуляции атмосферы объяснить особенности в изменении климата региона, а тем более спрогнозировать его изменение в последующие годы, невозможно. Анализ такой взаимосвязи мы и осуществим ниже.

На фоне глобального потепления есть районы, не затронутые этим процессом, а в некоторых отмечаются даже отрицательные тренды [4, 5, 18,

21, 36, 37, 38]. По этой причине, учитывая большую пространственную протяженность территории Казахстана, его сложную орографию, не было очевидным, что правомочно говорить об одинаковости отклика на глобальное потепление. Чтобы уточнить ситуацию, были построены и проанализированы графики временного хода температуры более чем для 150 метеорологических станций, которые имеют наиболее длинные и достаточно длинные ряды наблюдений (с 1936 года). Оказалось, что в любом регионе Казахстана есть одна или несколько станций, временной ряд температуры которых имеет нулевую или отрицательную тенденции. В еще большей степени это относится к ходу сезонных или месячных температур. Тем не менее, положительные тенденции средней годовой температуры для всей территории были преобладающими. Поэтому мы нашли целесообразным построить временной ряд температуры, осредненный для территории Казахстана, как это сделано для территории России [20, 35].

Для построения графика были выбраны восемь длиннорядных станций, равномерно расположенных по территории Казахстана. Три из этих станций имеют ряды, превышающие 100 лет. Ряды наблюдений были проверены на однородность.

До 1923 г. осреднение велось только по трем станциям, а затем по восьми. Результаты вычисления представлены на рис. 1 в сравнении с осредненными временными рядами температуры для России и глобальной температурой. Как можно видеть, основные черты изменения глобальной температуры хорошо просматриваются во временном ходе температуры и России и Казахстана. Практически все экстремумы во временном ходе температуры России имели отклонение и во временном ходе температуры Казахстана, некоторые из них ослаблены, а некоторые усилены. Общим для них является наличие максимума в районе 1940-х годов и последующее похолодание до 1970-х годов. Потепление в России было более заметным, чем в Казахстане, что, видимо, обусловлено ее более северным положением. В то же время похолодание в 1930-е годы, перед последующим потеплением, в Казахстане было более глубоким, чем в России. Для временного хода температуры над Казахстаном вообще характерны более резкие колебания температуры, чем для России. Тенденции современного изменения температуры, т.е. температуры периода 1970...2005 гг., достаточно умеренные. Примечательно, что несмотря на рост температуры в последние десятилетия, уровень средней температуры для Казахстана, имевший место в двадцатые годы прошлого века, все еще не достигнут (рис. 1).

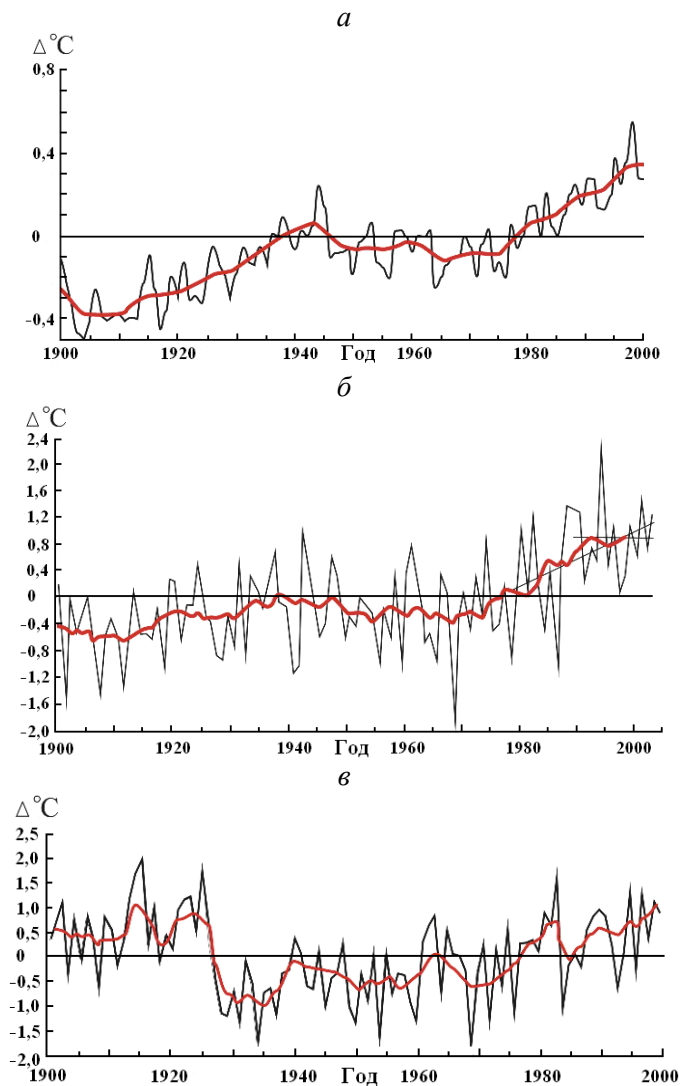


Рис. 1. Отклонение средней температуры воздуха от нормы за последние 100 лет. а – глобальная температура [36]; б – средняя температура по России [20]; в – средняя температура по Казахстану.

Автор попытался количественно оценить степень близости временного хода средней температуры для Казахстана с временным ходом глобальной температуры и температуры России. До 1940-х годов коэффициенты корреляции с глобальной температурой и температурой России составили 0,46 и 0,48, для периода 1940...1970 гг. – 0,44 и 0,46, а для нынешнего периода 0,48 и 0,51 соответственно.

Очевидно, что изменение температуры воздуха над Казахстаном происходит во взаимосвязи с общими глобальными процессами, на что указыва-

ют величины коэффициентов корреляции. Несколько более высокая корреляция с временным ходом средней температуры России, чем с глобальной, представляется тоже естественным, поскольку циркуляционные условия для этих территорий достаточно близки или одни и те же.

Авторы [26] тоже вычислили для Узбекистана осредненную температуру воздуха и сопоставили ее с глобальной. Они получили коэффициенты корреляции для среднегодовых значений 0,4, для теплого периода (март – сентябрь) – 0,37, для холодного – 0,44. По сезонам года результаты следующие: для зимы 0,41, для весны – 0,19, для лета – 0,44 и для осени 0,25. Можно видеть, что коэффициенты корреляции с глобальной температурой весной и осенью очень малы, что обусловлено большой изменчивостью температуры в переходные сезоны. Есть сомнения в правильности приведенного в [35] коэффициента корреляции для холодного периода – он равен 0,44, в то время как для зимы и смежных сезонов он несколько ниже. В целом же величины корреляции такие, что позволяют использовать их в новых исследованиях.

Еще выше коэффициенты корреляции получились у авторов [19, 26] для связей между значениями среднегодовой температуры на отдельных станциях (включая горные) и глобальной температурой. Для северных областей – около 0,57, а для южных 0,35...0,40, при высоком уровне значимости.

Сравнивая данные, полученные узбекскими коллегами [26], с нашими, посчитанными для 8 станций, можем видеть, что для южных районов Казахстана, близких к Узбекистану, (Казалинск), мы получили примерно такие же величины коэффициента корреляции. Примерно такие же они и для северной части Казахстана. Для полосы $50 \pm 3^\circ$ с.ш. они, однако, несколько выше.

Изменения колебания в рядах температуры и осадков по станциям Казахстана изучались в [12, 16, 33] др. Так, в [33] изучались циклы температуры и осадков станций Иле-Балхашского бассейна. Мы в данном случае попытались расширить исследования на весь Казахстан с тем, чтобы попытаться выявить хотя бы некоторые закономерности в их пространственном распределении, в т.ч. и на смежных территориях.

Авторы [19] на фоне общей тенденции к потеплению обнаружили 22-летние циклы в рядах температуры (среднегодовой, холодного и теплого периодов), которая связывает соответственно 24, 19 и 12 % дисперсии исходных рядов. Начиная с 1900 г. авторы насчитали четыре полных цикла, которые, как они считают, необходимо учитывать при оценке будущих изменений температуры.

Мы в наших исследованиях тоже выделили такие циклы с такой же долей вклада. Однако, согласно [8, 18, 21, 36, 37, 38], колебания масштаба до трех десятилетий относят к категории внутриклиматической изменчивости, что позволяет нам ограничиться в данном случае упоминанием факта наличия таких колебаний в наших рядах. Представляет, однако, интерес рассмотреть, как периоды потеплений (или похолоданий) проявляются в разных регионах.

Неодинаковость тенденций изменения температуры, в том числе в течение 20-го века, побуждает таких авторов как Лобанова В.А., Анисимова О.А. и других районировать территорию с тем, чтобы затем найти лучшее объяснение таких изменений и подобрать предикторы для их прогноза. Достаточно объективный метод районирования предложен в [24], который был, затем применен для Европы. Достоинство районирования заключается в следующем.

В выделенных однородных районах возможно осуществлять следующие процедуры пространственного анализа:

- осреднение, если пространственный градиент изменения рассматриваемой характеристики мал и соизмерим с погрешностями измерения;
- определение среднего значения и параметров пространственной функции распределения, если закономерности распределения по пространству отсутствуют и пространственный градиент много больше погрешностей рассматриваемой характеристики;
- построение региональных моделей, если имеют место зависимости от характеристик пространства или других факторов.

Если районирование предполагает, кроме среднегодовых величин, учитывать также сезонные и месячные характеристики, то его технология описывается достаточно сложной функцией, включающей в себя средние многолетние величины, средние месячные величины для каждого месяца года, а также коэффициенты линейной зависимости между климатическими характеристиками и характеристиками текущего года, учитывающие амплитуду отклонения и среднее. Учитывается также влияние интенсивности синоптических процессов текущего года по сравнению с нормой в виде интегрального коэффициента [24].

Если же районирование осуществляется без учета внутренней структуры среднего многолетнего, то задача заметно упрощается. Именно этот, более простой вариант районирования, мы использовали в нашей работе, поэтому остановимся на нем подробнее.

Предположим, что вековые ряды температуры в точке наблюдений j (Y_j) можно представить в виде суперпозиции трех временных масштабов: межгодовых вариаций ($Y_{int,j}$), изменчивости с масштабом порядка десятилетия ($Y_{dec,j}$) и вековых изменений климата ($Y_{cen,j}$):

$$Y_j = Y_{int,j} + Y_{dec,j} + Y_{cen,j}. \quad (7)$$

Для осуществления климатического районирования необходимо в каждом ряде сначала выделить долгопериодную составляющую ($Y_{cen,j}$). Затем выделяются другие декадные и межгодовые составляющие. Для выделения ($Y_{cen,j}$) предложен метод последовательного осреднения по десятилетиям. Метод имеет недостатки, т.к. циклы не обязательно совпадают с десятилетиями. Поскольку периоды циклов непостоянны, то есть проблемы в выделении всех составляющих, особенно второго и третьего периода. Авторы [24] анализируют три метода: метод скользящего осреднения, метод срезки и метод сглаживания амплитуд.

В [35] рассмотрен и обоснован выбор периодов для вычисления норм, мы применили этот метод здесь. По всем рядам температуры и осадков, хотя районирование мы осуществляем только для температуры, мы выполняли такое сглаживание.

Авторы [24] выделили составляющие временных рядов температуры для 118 станций Европы. Ими были выделены 4 района со сходными свойствами на основе хода среднегодовой температуры:

1. подъем в начале 20 века до середины 1930-х годов, затем падение и следующий резкий подъем с начала 1990-х годов;
2. монотонное увеличение температуры с начала 20-го века;
3. отсутствие заметных изменений в первой половине 20 века и увеличение с начала 1960-х годов;
4. отсутствие изменений до начала 1980-х годов и понижение температуры в последующий период.

Разделение на группы по виду климатического тренда было проведено нами тоже субъективно по аналогии с [24] на основе визуального сравнения графиков хода температуры для разных станций. Для оценки эффективности такого разделения были, затем рассчитаны коэффициенты корреляции между значениями характеристик, осредненных по каждому из выделенных однородных регионов и по станциям внутри каждого выделенного региона. Они изменялись для рядов внутри выделенного региона от 0,68 до 0,78, а для разных регионов от 0,01 до 0,5. Это должно свидетельствовать от успешности типизации.

На рис. 2 и 3 приведены примеры, когда две достаточно близко расположенных метеорологические станции принадлежат (рис. 2) или не принадлежат (рис. 3) к одному типу изменения температуры. В первом случае независимо от того, что средние за год температуры воздуха могут сильно отличаться год от года разность температур, на станциях одного типа остается постоянной и накапливается в течение значительного временного отрезка (рис. 2).

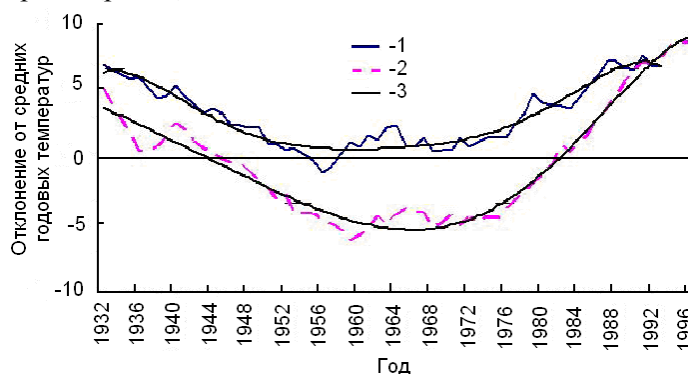


Рис. 2. Интегральная разность средних годовых температур на станциях, относящихся к одному району (район 1). 1 – М Талдыкурган, 2 – М Балхаш, 3 – полиномиальная кривая.

Во втором случае (рис. 3) температуры на каждой из станций изменяются независимо, на станции Усть-Каменогорск она имеет вид синусоиды, а на станции Уральск – плавно растет. Это говорит о том, что связь между изменением температуры воздуха на одной станции слабо коррелирует с ее изменением на другой станции. Такие различия или сходство в ходе температуры использовались при районировании территории.

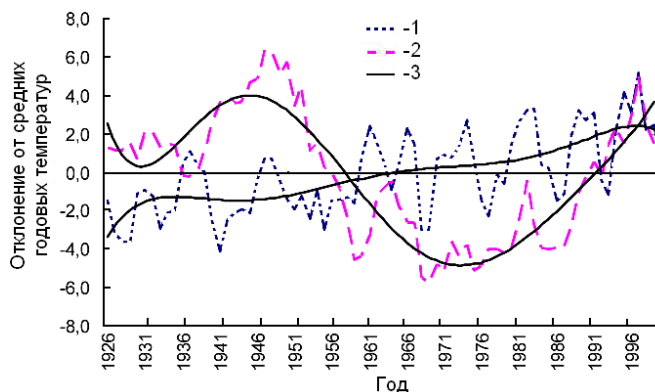


Рис. 3. Интегральная разность средних годовых температур на станциях, относящихся к разным районам. 1 – М Уральск (район 2), 2 – М Усть-Каменогорск (район 1), 3 – полиномиальная кривая.

Результаты районирования территории, выполненного нами по аналогии с [24], представлены на рис. 4. Можно видеть, что мы получили тоже четыре характерных района. Район 1 занимает восточную часть территории, для него характерен кратковременный значительный рост температуры в 1940-е годы, сменившийся затем быстрым падением с минимумом в середине 50-х годов, который затем сменился плавным ростом, продолжающимся до настоящего времени. Отметим, что в пределах одного района временные ряды температуры, находящихся даже на большом удалении, имеют много общего.

Район 2 занимает северо-западную часть Казахстана. Для него характерно наличие довольно глубокого понижения температуры в 1940-е годы (в противовес увеличению в районе 1), который сменился плавным ростом, продолжавшимся примерно до 1980...1984 г. После этого имело место кратковременное понижение, сменившееся ростом около 1996 г. (Рис. 4).

Район 3 занимает северо-восточную часть пространства между районами 1 и 2. Для него характерен продолжительный период пониженных температур, начавшийся в 1920-е годы и закончившийся около 1950 г. После этого начался плавный рост температуры, продолжающийся до настоящего времени (рис. 4).

Район 4 занимает юг Казахстана между районами 1 и 2. Для него характерно то, что похолодание началось в 1940-е годы и продолжалось до 1975 г. с минимумом в районе 1955 г. После 1975 г. рост температуры был очень слабым (рис. 4).

Вообще, ход температуры в районе 4 напоминает ее ход в районе 2, но со сместившимся на 10...12 лет минимумом с 1940-х на пятидесятые годы и более слабым ростом температуры в 1980...1990-е гг.

Сравнивая характер хода временных рядов температуры в выделенных нами районах Казахстана с характером их в районах, выделенных для Европы в [24], можно видеть, что близкого совпадения почти нет. Близким является наш тип 2 к типу 1 по [24]. У нас тот же рост температуры в районе 2, но не в 1930-е, а в 1940-е годы.

Попробуем объяснить наблюдаемую ситуацию. Еще в работе [15] отмечалось, что в климатической системе прослеживаются воздействия двух видов:

- сравнительно кратковременные, но энергетически достаточно сильные, которые определяют ход погоды на Земном шаре или значительной его части;

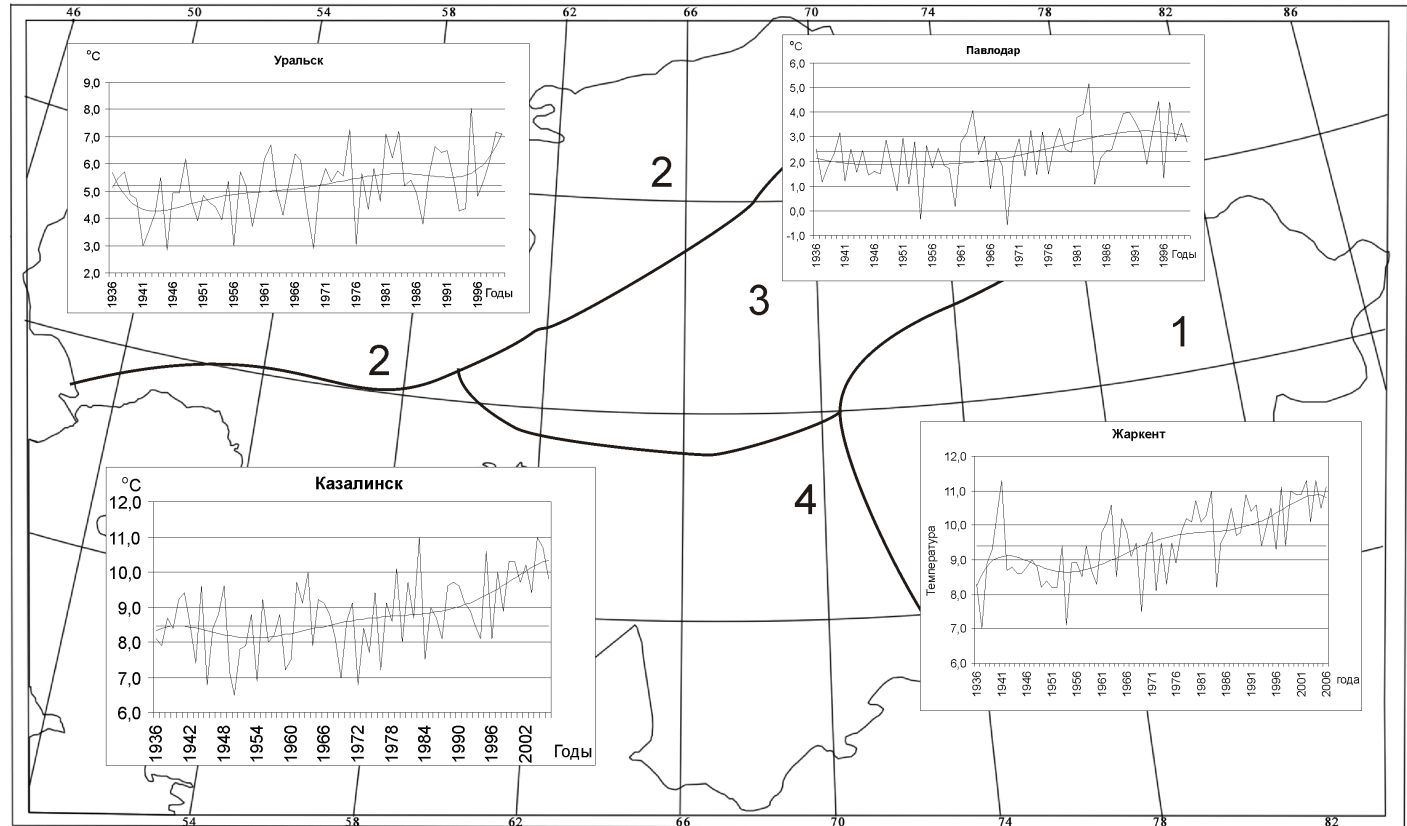


Рис. 4. Результаты районирования территории Казахстана по характеру изменения температуры в 20 веке.

- воздействия типа резонансных, которые приводят к автоколебаниям. Такие колебания могут вызываться факторами, которые энергетически слабее, но действующими регулярно и порождающими циклические колебания климата в широком диапазоне частот и с различной географической локализацией.

Несмотря на всю сложность анализа циклов к настоящему времени изучен ряд статистических закономерностей, установлена их географическая локализация, а также природа многих из них. Так, установлено существование автоколебательных систем, обусловленных солнечной активностью, приливными явлениями, взаимодействием в системе океан – атмосфера – суша и др. В рамках ограниченного района не всегда удастся обнаружить действие отдельных факторов, целесообразно их изучение на обширных территориях.

В колебаниях температуры и осадков прослеживается широкий диапазон циклов от 2 до 100 лет. Наиболее выразительным является вековой – продолжительностью от 60 до 100 лет. Волна такой длительности, согласно [17], распространяется из района Гренландии, запаздывая по фазе и уменьшаясь по амплитуде по мере удаления от очага формирования.

Из [15] известно об эпохах в жизни крупномасштабной циркуляции атмосферы. Смена эпох, или преобладание одной из форм макроциркуляции W, C, E по Вангенгейму или E, C, Ш по Байдалу [2, 6] есть не что иное как смена преобладающего положения ложбин и гребней в тропосфере над первым естественным синоптическим районом, т.е. на территории Атлантико-Европейского сектора и далее к востоку примерно до 90° в.д. Западная Сибирь и Казахстан находятся в пределах этого сектора. И если смещение длинных волн в атмосфере происходит так, что в своем вековом ходе они перемещаются так же, как и на более коротких временных отрезках с запада на восток, то повторяемость макротипов циркуляции будет над конкретным районом меняться. Соответственно, будут изменяться температурный режим и режим осадков. Это и объясняет полученные нами особенности, а именно сдвиг в наступлении экстремумов в рядах температуры для западной и восточной частей Европы, запада Казахстана, востока Казахстана [30].

В теплую часть года рост повторяемости ложбин над каким-либо регионом сопровождается понижением температуры у земли, а зимой – ростом. В целом же за год все зависит от того, в какое время года произошли наиболее заметные изменения в циркуляции. Поскольку из анали-

за временных рядов температуры следует, что во всем Атлантико-Европейском секторе основные изменения происходят в холодную часть года [1, 3, 8, 9, 10, 11, 25, 28], наши данные по Казахстану подтверждают это [30, 31, 32], наряду с данными [12, 16]. Это хорошо согласуется с исследованиями по территории Узбекистана [19, 26, 22], Киргизии [17] и Западной Сибири [7, 27]. Можно поэтому считать, что основные изменения в циркуляционных эпохах произошли в холодный период года.

При районировании мы исключили станции, расположенные на высоте 1000 м и выше, а также не приняли в расчет данные нескольких отдельных станций, как правило, короткопериодных.

Анализ трендов годового количества осадков, выполненный нами для разных регионов Казахстана, показал, что в отличие от трендов температуры они менее однонаправлены. В любом из регионов, которые являются достаточно однородными по распределению трендов температуры, имеется довольно большой процент станций, во временных рядах осадков которых присутствуют тренды противоположного знака. По этой причине районирование территории Казахстана на основе особенностей векового хода осадков мы решили пока не осуществлять.

Рассмотрим теперь сами величины трендов. Тренды средней годовой температуры обычно невелики, практически никогда не превышают $0,25\text{ }^{\circ}\text{C}/10$ лет, если они вычислены по длинным рядам наблюдений, т.е. за период 80...100 лет. Если же тренды вычисляются по рядам в 30 лет, то величины трендов обычно больше, что часто объясняют заметным ростом температуры именно в последние десятилетия. И этот факт в значительной степени является объяснением, но не полным.

Диапазон изменения трендов осадков заметно больше, чем температуры. В некоторых случаях он может по абсолютной величине превышать $20\text{ мм}/10$ лет. Трудно себе представить, как долго могут изменяться осадки по таким трендам. Их реальность, а тем более физический смысл, остаются не вполне ясными. В поиске объяснений мы решили исследовать временные ряды и температуры и осадков на цикличность, особенно на циклы, соизмеримые с периодом осреднения.

Циклы, как видно на рис. 9, имеют место и в рядах температуры и в рядах осадков. Однако длина периодов колебаний температуры чаще превышает имеющиеся ряды наблюдений, а амплитуда колебаний не превышает $1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ от нормы в ту и другую сторону. Поэтому величины трендов находятся в пределах $3\text{ }^{\circ}\text{C}/100$ лет или $0,3\text{ }^{\circ}\text{C}/10$ лет.

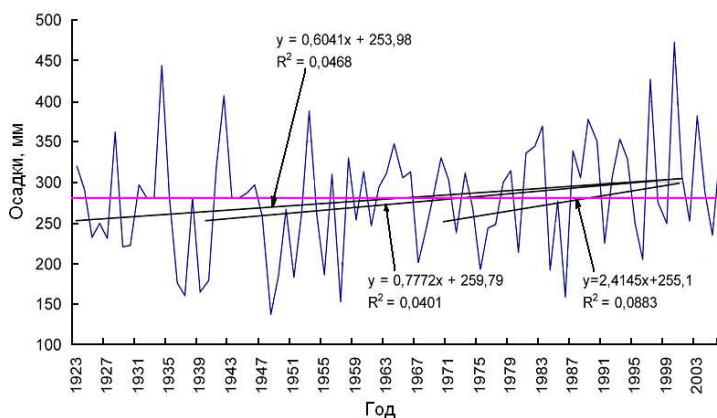


Рис. 5. Многолетняя изменчивость осадков на М Темир и линии трендов за периоды с 1923...2000 гг; 1941...2000 гг; 1971...2000 гг.

В случае с осадками продолжительность циклов составляет 60...75 лет при амплитуде 30...45 мм в обе стороны от нормы (рис. 5). В результате для станции Темир за период одного цикла мы получаем положительный линейный тренд 90 мм/75 лет или 15 мм/10 лет, а для Казалинска – отрицательный – 50 мм/70 лет – 7 мм/10 лет. То, что по ряду станций временные ряды осадков к настоящему времени длиннее примерно на 0,5 цикла, чем продолжительность длиннопериодного колебания, способствует уменьшению тренда за счет влияния этих циклов. В результате, например, для Казалинска величина тренда составляет не 7 мм/10 лет, а только – 3 мм/10 лет. Однако если мы будем для расчетов использовать укороченные ряды, то тренды будут в большей степени зависеть от циклических колебаний и даже знак тренда может изменяться на противоположный тому, который имеет место при обработке полного ряда наблюдений.

Таким образом, нам удалось показать, что в линейных трендах температуры и особенно осадков присутствует не только климатическая, но и циклическая составляющая, и вклад последней тем больше, чем короче период аппроксимации и больше амплитуда ритма. На краях временных трендов погрешности аппроксимации наибольшие [11, 13], поэтому тренды температуры и осадков, вычисленные за последние 30 лет и менее, могут в ближайшее время заметно измениться. Примечательной в этом плане является аппроксимация временного ряда средней температуры России (рис. 1 б). В зависимости от длины периода аппроксимации на конце ряда тренды «указывают на тридцатилетнюю тенденцию к потеплению» или на «слабую тенденцию к похолоданию за последние 15 лет» [20, 36].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анисимов О.А., Лобанов В.А., Ренева С.А. Анализ изменений температуры воздуха на территории России и эмпирический прогноз на первую четверть 21 века. // Метеорология и гидрология. – 2007. – № 10. – С. 20 – 30.
2. Байдал М.Х. Долгосрочные прогнозы погоды и колебаний климата Казахстана. Части 1 и 2. – Л.: Гидрометеиздат, 1964. – 446 с.
3. Будыко М.И. Гройсман П.Я. Потепление 80-х годов. // Метеорология и гидрология. – 1989. – № 3. – С. 5 – 10.
4. Воробьев В.Н., Смирнов Н.П. Арктический антициклон и динамика климата Северной Полярной области. – СПб.: Изд. РГГМЦ, 2003. – 82 с.
5. Воробьев В.Н., Саруханян Э.И., Смирнов Н.П. «Глобальное потепление» – гипотеза или реальность? // Ученые записки Российского гидрометеорологического университета. – 2005. – № 1. – С. 6 – 21.
6. Гирс А.А. Многолетние колебания атмосферной циркуляции и долгосрочные гидрометеорологические прогнозы. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 488 с.
7. Горбатенко В.Н., Ипполитов И.И., Поднебесных Н.В. Циркуляция атмосферы над Западной Сибирью в 1976 – 2004 гг. // Метеорология и гидрология. – 2007. – № 5. – С. 28 – 36.
8. Груза Г.В., Ранькова Э.Я. Структура и изменчивость наблюдаемого климата. Температура воздуха Северного полушария. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 72 с.
9. Груза Г.В., Ранькова Э.Я., Аристова Л.Н., Кладенко Л.К. О неопределенности некоторых сценарных климатических прогнозов температуры воздуха и осадков на территории России. // Метеорология и гидрология. – 2006. – № 10. – С. 5 – 23.
10. Груза Г.В., Ранькова Э.Я., Рочева Э.В. Крупномасштабные колебания циркуляции атмосферы в Южном полушарии и их влияние на изменение климата некоторых регионов Земного шара в 20 веке. // Метеорология и гидрология. – 2007. – № 7. – С. 5 – 17.
11. Дзюба А.В., Панин Г.Н. Механизм формирования многолетних направленных изменений климата в прошедшем и текущем столетиях. // Метеорология и гидрология. – 2007. – № 5. – С. 5 – 26.
12. Долгих С.А. О многолетних тенденциях термического режима на территории Республики Казахстан. // Гидрометеорология и экология. – 1995. – № 3. – С. 68 – 77.

13. Дроздов О.А. Атмосферная циркуляция и вековой ход осадков / Труды Первой научной конференции по общей циркуляции атмосферы. М.: Гидрометеоиздат, 1962. – С. 11-16.
14. Дроздов О.А., Григорьева А.С. Многолетние циклические колебания атмосферных осадков на территории СССР. – Л.: Гидрометеоиздат, 1971. – 157 с.
15. Дроздов О.А., Полозова Л.Г., Рубинштейн Е.С. О структуре современных колебаний климата / Физическая и динамическая метеорология // Труды симпозиума по физической и динамической климатологии, Ленинград, август, 1971. Гидрометеоиздат, Л.: 1974. – С. 331-338.
16. Есеркепова И.Б., Пилифосова О.В., Чичасов Г.Н., Шамен А.М. Об исследовании влияния глобального потепления на природные ресурсы и экономику Казахстана и действиях по смягчению негативных последствий возможных изменений климата. // Гидрометеорология и экология. – 1996. – № 2. – С. 58 – 76.
17. Изменение климата и водные проблемы в Центральной Азии. – Москва – Бишкек, 2006, 188 с.
18. 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.
19. Изменчивость климата Средней Азии / Под ред. Ф.А. Муминова, С.И. Инамагамовой. – Ташкент: САНИГМИ, 1995. – 215 с.
20. Израэль Ю.А., Борзенкова И.И., Северов Д.А. Роль стратосферных аэрозоль в сохранении современного климата. – Метеорология и гидрология, 2007, № 1, С. 5 – 14.
21. 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.
22. Ким И.С. Короткопериодные колебания климата Средней Азии и методы прогнозирования. – Ташкент: Издание. Глав. упр. по гидрометеорологии РУ, 1996. – 155 с.
23. Кондратьев К.Я. и др. Изменения глобального климата: концептуальные аспекты. – Гидрометеоиздат, СПб.: 2001. – 125 с.
24. Лобанов В.А. Анисимов О.А. Современные изменения температуры воздуха на территории Европы. // Метеорология и гидрология. – 2003. – № 2. – С. 5 – 14.

25. Мелешко В.П., Мирвис В.М., Говоркова В.А. Насколько наблюдаемое потепление климата России согласуется с расчетами по объединенным моделям общей циркуляции атмосферы и океана? // Метеорология и гидрология. – 2007. – № 10. – С. 5 – 18.
26. Никулина С.П., Спекторман Т.Ю., Субботина О.И., Чанышева С.Г. Оценка возможных изменений основных климатических характеристик на территории Узбекистана. // Метеорология и гидрология. – 1999. – № 9. – С. 58 – 65.
27. Попова К.И. К вопросу о циркуляции атмосферы над Западной Сибирью в летний период. // Труды геолого-географического общества. – 1964. – Вып. 164. – С. 64 – 73.
28. Прокопов О.И. Многолетняя цикличность средней температуры воздуха в северо-восточной части Черного моря в границах аномально холодных периодов. // Метеорология и гидрология. – 2007. – № 11. – С. 50 – 60.
29. Хохлов В.Н. Количественное описание изменения климата Европы во второй половине 20 века. // Украинский гидрометеорологический журнал. – 2007. – № 2. – С. 35 – 42.
30. Чередниченко А.В. Изменение климата Казахстана и возможности адаптации за счет доступных водозапаса облачности. – Алматы: Изд. КазНУ им. аль-Фараби, 2009. – 280 с.
31. Чередниченко А.В. Изменчивость температуры над территорией Восточного Казахстана // Метеорология и гидрология в Кыргызстане, выпуск 2, Бишкек, Издание Кыргызско-Российского (Славянского) университета, 2002. – С. 31 – 42.
32. Чередниченко А.В., Долгих С.А. К оценке возможности изменений климата в районе Кокчетава. // Гидрометеорология и экология, 2002, № 1, с. 29 – 41.
33. Чередниченко В.С., Кожухметова Э.П. Колебания климата в Иле-Балхашском бассейне и его связь с уровнем озера. // Гидрометеорология и экология. – 2009. – № 1. – С. 26-33.
34. Четвертое национальное сообщение, представляемое в соответствии со статьями 4 и 12 Рамочной Конвенции ООН об изменении климата и статьи 7 Киотского протокола. Российская Федерация. – Москва, 2006. – 110 с.
35. Швер Ц.А. Атмосферные осадки на территории СССР. – Л.: Гидрометеоздат, 1976. – 302 с.

36. Climate change 2007: The Physical science basis – contribution of working group I to the IPCC Fourth Assessment report, 2007.
37. 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.
38. Clivar, 1995: Study of climate Variability and Predictability. Science pbn: WCRP – 89, WMO/ TD – NO/ 690. – Jeneva. Suitrerland, 1995.-157 p.

Казахский научно-исследовательский институт экологии и климата.

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы

ҒАЛАМДЫҚ ӨЗГЕРІСТЕРГЕ ҚАЗАҚСТАННЫҢ КЛИМАТЫ ҮН ҚАТҚАНДАЙ

Геогр. ғылым. канд. А.В.Чередниченко

Қазақстан территориясы үшін орташа температураның уақытша қатары тұрғызылып, ғаламдық температурамен және Ресейдің орташа температурасымен салыстырмалы талдау жасалынды. Сонымен қатар температураның уақытша өзгерінің ерекшеліктері бойынша территорияға аудандастыру жүргізілді. Жалпы атмосфера айналымынында гасырлық дәуірмен байланысы бар біртүпті төрт аудан анықталды.

Температура мен жауын-шашын бағытында салымы көп болған сайын бақыланатын қатары азаятын циклондық тұтастық бар екені көрсетілген.