

УДК 551.583.14

КОЛЕБАНИЯ КЛИМАТА В ИЛЕ-БАЛХАШСКОМ БАССЕЙНЕ

Э.П. Кожаметова

Доктор геогр. наук В.С. Чередниченко

Исследован режим осадков и температуры воздуха в Иле-Балхашском бассейне. Проведен анализ пространственно-временного распределения тенденций температуры воздуха и количества осадков в бассейне. Получены скорости изменения этих параметров за период 1970...2001 гг..

Проблема изменения климата в последние десятилетия стала одной из самых актуальных, поскольку благосостояние и благополучие многих регионов обусловлено как раз стабильностью климатических условий. И чем больше доля сельскохозяйственного производства в валовом национальном продукте страны или региона, тем выше зависимость от климатических условий [3-5]. Казахстан, несмотря на большой вклад в национальный валовой продукт сырьевой отрасли, является крупным производителем сельскохозяйственной и животноводческой продукции, и именно в этой сфере занята подавляющая часть сельского населения. Поэтому с учетом того, что в Иле-Балхашском бассейне (ИББ) проживает более 15% населения страны и производится около 20% валового сельскохозяйственного продукта, ожидаемые изменения климата представляют не только научный, но и практический интерес [9].

Для изучения тенденций изменения температуры воздуха и осадков в бассейне нами были использованы данные наблюдений за этими параметрами (средние месячные и годовые величины) всех 36 метеорологических станций, расположенных в Иле-Балхашском бассейне или у его границ за период наблюдения со времени их открытия. Анализ выполнялся с двух сторон: 1) анализировался весь ряд наблюдений; 2) анализировались данные только за период 1970...2001 гг. Для выявления многолетних тенденций (трендов) в изменении термического режима и режима осадков ряды температуры воздуха и осадков аппроксимировались линейной функцией. Полученные коэффициенты линейного тренда использовались для построения пространственного распределения тенденции термического режима и режима осадков. Статистическая значимость трендовой со-

ставляющей определялась с помощью критериев Фишера и Стьюдента и коэффициента детерминации. В качестве критического был выбран уровень значимости 0,05 и 0,10. Результаты расчетов кроме таблиц с данными представлялись в виде графиков и карт.

Не имея возможности представить все полученные данные по всем метеорологическим станциям, мы выбрали только 12 наиболее показательных (по температуре воздуха – 13 метеостанций), расположенных равномерно по территории бассейна и характеризующих различные высотные и климатические зоны. Величины тенденции изменения температуры и количества осадков для этих 12 станций региона, которые нам показались достаточно представительными для каждого месяца и в целом за год, приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Коэффициенты линейного тренда средней температуры воздуха (°C/10 лет) за период 1970...2001 гг.

Станция	Месяц												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Актогай	0,27	-0,55	-0,08	-0,81	-0,27	0,12	0,21	0,46	-0,41	0,02	0,26	-1,38	-0,18
Кокпекты	0,96	0,97	0,96	-0,03	0,46	0	0,54	0,39	0,2	0,79	0,57	1,22	0,59
Алгазы остров	0,78	0,93	0,76	0,32	0,4	0,27	0,31	0,32	0,05	0,52	-0,14	0,39	0,41
Бахты	0,54	1,19	1,38	0,04	0,16	0,09	0,2	-0,02	0,05	0,21	-0,12	0,43	0,35
Куйган	0,6	1,21	0,58	0,14	0,46	0,48	0,4	0,87	0,37	0,36	-0,28	0,39	0,46
Баканас	0,75	1,48	0,52	0,04	0,31	0,2	-0,06	0,32	0,24	0,22	-0,08	0,67	0,39
Талдыкорган	0,86	0,97	0,54	-0,02	0,05	0,21	0,4	0,24	0,43	0,29	-0,05	0,75	0,39
Текели	0,14	0,66	0	-0,36	0,08	0,17	-0,06	0,08	0,17	-0,41	-0,24	0	0,02
Толе би	1,12	1,07	0,21	-0,33	-0,05	0,33	0,24	0,17	0,29	0,21	-0,22	0,68	0,31
Алматы	0,89	1,4	0,44	0,02	0,24	0,23	0,17	0,46	0,41	0,13	0,19	0,68	0,44
Мынжылки	0,37	0,77	0,23	-0,31	0,17	0,3	0,17	0,26	0,53	0,09	0,33	0,4	0,28
Жаркент	0,69	1,26	0,53	0,04	0,14	0,34	0,34	0,47	0,66	0,33	0,41	0,39	0,47
Кеген	0,2	0,77	0,29	-0,31	0,07	0,19	0,19	0,22	0,53	-0,09	0,24	0,53	0,23
Средние	0,63	0,93	0,49	-0,12	0,17	0,23	0,23	0,33	0,27	0,21	0,07	0,4	0,32

Из данных таблицы 1 можно видеть, что тренды средних годовых величин температуры воздуха в регионе имеют положительную тенденцию. На равнинной части территории они колеблются от 0,59 °C/10 лет до 0,35...0,39 °C/10 лет, то есть потепление в величинах тренда среднегодовых значений температуры носит практически всеобщий и близкий по величинам характер. Исключение составляет только северо-западная часть региона (станция Актогай (Карагандинская область)), где тренд годовых значений температуры отрицательный и составляет -0,18 °C/10 лет. Самые

низкие среднегодовые величины положительного тренда имеют место в высокогорных районах Заилийского Алатау и Джунгарии.

Для более детального пространственного анализа трендов среднегодовой температуры обратимся к карте (рис. 1).

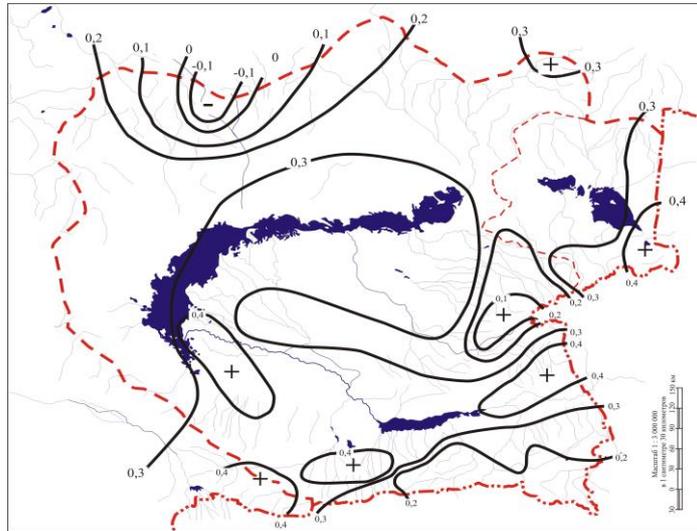


Рис. 1. Скорость изменения температуры воздуха за период 1970...2001 гг., °C/10 лет.

На рис. 1. представлены поля коэффициентов линейного тренда ($^{\circ}\text{C}/10$ лет) средних месячных и годовых температур воздуха, характеризующие пространственное распределение тенденций термического режима за период с 1970...2001 гг.

Действительно, наименьшие значения коэффициентов линейного тренда температуры воздуха имеют место в высокогорье обоих горных массивов. В тоже время оказалось, что зона наибольших величин тренда среднегодовой температуры располагается в среднегорье. Особенно это характерно для северных склонов Заилийского Алатау, однако и у склонов Джунгарии это заметно. Центральная часть южного Прибалхашья занята областью пониженных величин тренда. Отдельные повышенные величины тренда располагаются вокруг области пониженных величин (рис. 1).

Из чего складывается годовой тренд температуры? Анализ данных таблицы 1 и данных по всем 36 метеостанциям показывает, что имеется всего несколько станций в регионе, где во все месяцы года отмечался бы положительный тренд температуры. В отдельные месяцы по большинству станций, как правило, тренд температуры может менять знак. В таблице 1 станциями с положительным трендом в течение года являются Алматы и

Жаркент. На первый взгляд распределение отрицательных трендов температуры в течение года не имеет системы. Однако, все же отрицательные тренды тяготеют к весеннему периоду и меньше – к осеннему. Интегральной характеристикой распределения тренда внутри года может служить среднее значение трендов температуры для каждого из месяцев, вычисленные по 13 метеостанциям, содержащиеся в последней строке таблицы 1. Прежде всего, в апреле средняя по региону величина тренда отрицательная и составляет минус $0,12\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$. В тоже время осенью, в ноябре, на большинстве станций тренды тоже отрицательны, однако средняя величина этого тренда положительная, но невелика. В общем же осредненное изменение температуры в регионе составляет $0,32\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$.

Анализируя далее средние месячные величины тренда температуры, отметим, что в годовом его ходе имеется два максимума и один минимум. Основной хорошо выраженный максимум имеет место в феврале ($0,93\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$), а вторичный – в августе ($0,33\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$). Представляется, что осредненные по региону величины тренда для каждого месяца – достаточно объективная и статистически обоснованная оценка происходящих изменений.

Теперь рассмотрим пространственное распределение тенденции количества осадков за период 1970...2001 гг. Из данных таблицы 2 мы видим, что коэффициенты линейного тренда годового количества осадков для шести станций отрицательные и для других шести станций – положительные. Величины тренда колеблются в пределах от 5 до 10 мм/10 лет. В тоже время на некоторых станциях прослеживается значительное увеличение скорости изменения количества осадков до 20...22 мм/10 лет. В целом средние годовые величины тренда, осредненные по станциям региона, положительны и составляют $3,20\text{ мм}/10\text{ лет}$.

В годовом ходе величины месячных трендов осадков испытывают заметные колебания на всех станциях (табл. 2). Это отразилось, как и в годовом ходе температуры, в годовом ходе тренда осадков и на средних по региону месячных величинах тренда. Имеют место два максимума в июле и в октябре и два минимума, в апреле и в июне. В зимнее время средние величины тренда осадков положительны. Они изменяются от небольших положительных значений в январе (в этом месяце отрицательный тренд наблюдается на крайнем северо-востоке региона) до максимума в июле $4,71\text{ мм}/10\text{ лет}$. Тренд значительный и в октябре, $2,49\text{ мм}/10\text{ лет}$. Положительные тренды менее $1\text{ мм}/10\text{ лет}$ отмечаются в августе, ноябре и в декабре (в этом месяце на ряде станций тренд отрицательный). Во все весенние месяцы, а также в июне и в сентябре, средний

тренд осадков в регионе отрицательный с максимумом в апреле, - 3,29 мм/10 лет, в июне он составляет -1,69 мм/10 лет, а в сентябре -1,15 мм/10 лет. В марте и мае он незначителен и не превышает -1 мм/10 лет.

Таблица 2

Коэффициенты линейного тренда среднего количества осадков (мм/10 лет) за период 1970...2001 гг. в характерных точках региона

Станция	Месяц												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Аксу-Аюлы	0,09	0,34	0,54	-4,74	3,83	2,78	3,93	-1,17	-0,21	7,64	1,38	1,06	15,48
Кокпекты	-0,8	-2,92	-1,14	2,37	1,41	0,19	0,77	-0,2	-0,66	-1,46	-1,23	1,38	-1,01
Алгазы остров	1,44	0,45	-0,57	-1,13	-0,38	-1,81	-0,36	0,36	-2,94	-1,83	-0,25	-1,01	-8,76
Бахты	3,57	2,25	-0,94	-2,19	0,68	1,02	2,75	3,93	-0,77	1,95	4,58	3,7	20,59
Куйган	1,22	1,79	-1,53	-1,2	-2,2	-1,35	5,42	-0,81	0,77	-2,51	0,41	-3,36	-3,34
Баканас	0,33	3,63	-1,67	-4,76	-1,5	-1,47	3,85	-2,06	-1,55	4,57	-0,36	-3,09	-4,08
Талдыкорган	3,47	1,67	-4,67	-7,31	-2,97	-0,55	5,45	2,15	-3,78	2,27	-1,14	1,14	-5,89
Мойынкум	2,86	4,38	-2,53	-3,5	-1,32	2,39	2,71	-1,63	1,11	2,61	0,96	-2,27	5,79
Алматы	1,7	0,63	2,26	-13,51	-5,74	-5,06	10,44	1,29	-1,52	5,9	-0,66	7,01	2,74
Мынжылки	2,94	-1,41	0,54	-1,16	-3,04	-3,26	16,14	5,8	-3,8	4,52	-1,76	7,35	22,86
Жаркент	0,52	0,25	0,21	-1,71	-0,79	-4,27	3,23	-1,06	2,6	2,14	-0,13	-0,71	0,27
Кеген	0,38	0,59	-0,21	-0,59	1,59	-8,86	2,22	-0,67	-3,06	4,09	-0,82	-0,95	-6,31
Средние	1,48	0,97	-0,81	-3,29	-0,87	-1,69	4,71	0,49	-1,15	2,49	0,08	0,85	3,2

В период с августа по декабрь величины и знаки месячных трендов осадков очень изменчивы. В результате в сентябре средние по региону тренды отрицательны, а в ноябре они едва превышают нулевые значения в положительную сторону.

Поле коэффициентов тренда (мм/10 лет) годовых сумм осадков на территории Или-Балхашского бассейна за период 1970...2001 гг. показано на рис. 2. Результаты анализа рис. 2 показывают, что за рассматриваемый период на территории ИББ происходит как увеличение, так и уменьшение осадков. Так, в годовом ходе на этой территории увеличение осадков отмечается в северо-западной части северного Прибалхашья, в районе озера Алаколь, в районе Джунгарского Алатау и в районе Илийской впадины. На фоне отрицательных значений коэффициента линейного тренда в предгорье и среднегорье Заилийского Алатау отмечаются также положительные значения. Уменьшение осадков наблюдается над районами Капчагая, в равнинной части Южного Прибалхашья, в районе средней части оз. Балхаш (М Алгазы-остров) и в северо-восточной части ИББ. Область больших отрицательных значений коэффициента тренда имеет место в районе Капчагайского водохранилища (М Есик) и в районе хр. Тарбагатай (М Аягуз).

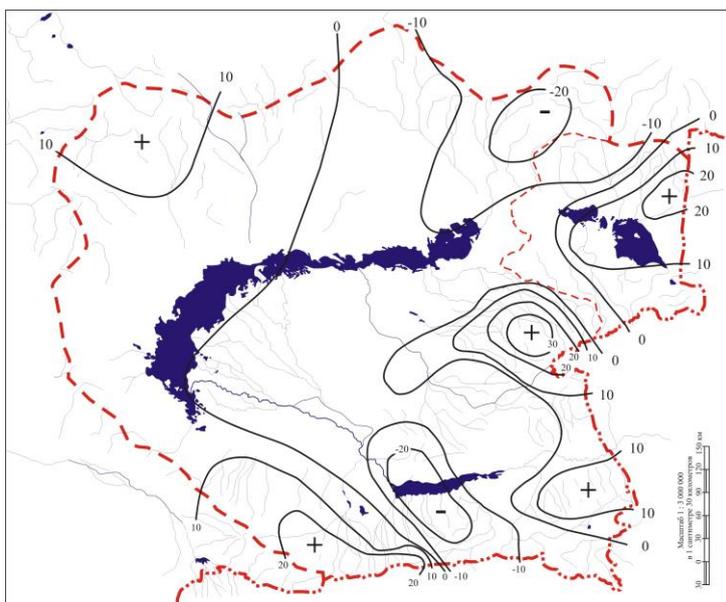


Рис. 2. Скорость изменения годового количества осадков за период 1970...2001 гг.

Интересно сравнить результаты наших исследований с исследованиями других авторов. В [5] показано, что существует определенная закономерность в распределении трендов температуры и осадков вдоль широтных кругов. Вдоль круга любой широты отмечается чередование меридионально вытянутых областей с положительными и отрицательными величинами трендов.

В январе согласно [2] район Иле-Балхашского бассейна занят положительными трендами температуры. Это согласуется и с нашими результатами, только на крайнем востоке по данным одной станции получен отрицательный тренд. Величина тренда в бассейне по данным [1, 2] находится в пределах от 0 до 1 °С/10 лет. Такие же значения получены и в нашем исследовании.

Согласно [5], в июле практически на всей территории Казахстана и большей части Сибири наблюдаются отрицательные тренды температуры, но самые значительные отрицательные тренды имеют место над центральными районами Казахстана и достигают минус 1 °С за 10 лет. Это согласуется с нашими исследованиями, а именно, область отрицательных трендов температуры занимает северо-запад и запад бассейна вплоть до Капчагая, северо-восточную, восточную его часть, включая Алакольские

озера и восточную часть Балхаша. Кроме того, отрицательные тренды имеют место в горных районах Заилийского Алатау.

В то же время в отличие от данных [1, 2] для района Джунгарии по нашим данным характерны положительные тренды температуры в июле. Имеются отдельные станции в других частях бассейна, на которых тренды температуры положительны. В общем же имеется хорошее согласование наших результатов с результатами, содержащимися в [1, 2, 5], некоторые различия обусловлены еще и тем, что временные ряды, взятые для анализа, несколько разные. В [2] взят ряд за 1975...2004 гг., а у нас ряд за 1970...2001 гг. Однако нами получена более детальная структура поля распределения трендов температуры, благодаря использованию исходных данных по сети всех имеющихся станций. В то же время оказалось, что в зимнее время пространственное поле трендов более однородно, чем летом.

Анализируя вековой ход средних годовых температур, можно заметить значительную их изменчивость от года к году. Поэтому представлялось интересным выяснить, синхронно ли происходят эти колебания температуры в разных точках региона. На рис. 3 представлен вековой ход температуры на некоторых станциях.

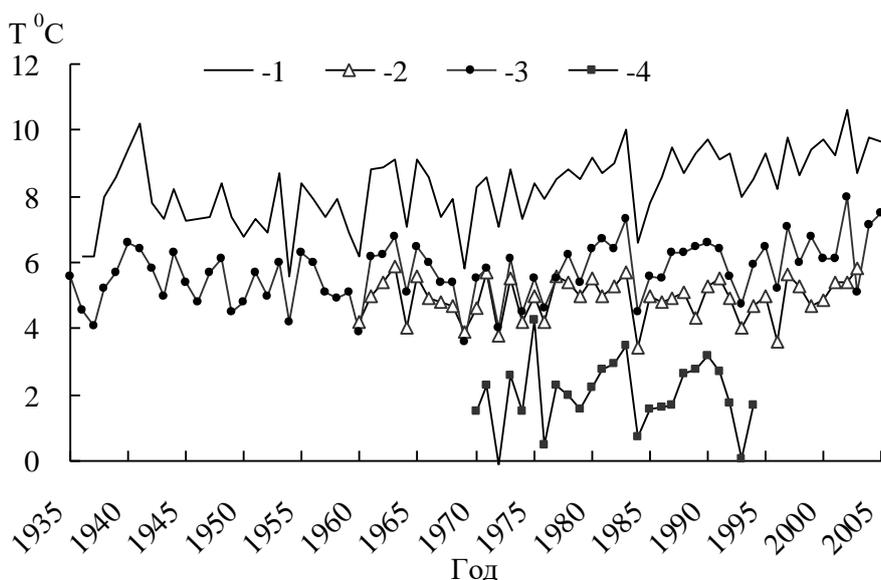


Рис. 3. Вековой ход средней годовой температуры на некоторых станциях региона. 1 – Баканас, 2 – Текели, 3 – Балхаш, 4 – Актогай.

Можно видеть, что колебания температуры на разных станциях имеют место в разных температурных диапазонах, что обусловлено широтой ме-

ста и высотой станции над уровнем моря. В то же время синхронность в ходе годовых температур на всех станциях высокая. Коэффициенты корреляции между годовыми величинами температуры в Алматы, где ряд наблюдений самый длинный, и величинами температуры на других станциях составляет 0,71...0,93 ($r^2 = 0,5...0,87$). Даже для станции Актогай, где вековой тренд температуры отрицательный, коэффициент корреляции с температурой в Алматы составляет 0,73 ($r^2 = 0,54$).

Таким образом, в пределах Или-Балхашского бассейна изменение средней годовой температуры воздуха происходит достаточно синхронно, и можно утверждать, что оно обусловлено одной и той же причиной – синоптическими процессами, пространственные характеристики которых соизмеримы или превышают размеры бассейна. Поэтому временной ход среднегодовой температуры в Алматы, где ряд наблюдений наиболее длинный, в части ее отклонений от нормы, можно считать показательным для всего бассейна.

Далее мы попытались уточнить, чем обусловлены отклонения средней годовой температуры от нормы, т.е. процессами каких месяцев они определяются. На рис. 4 в качестве примера приведен временной ход средних месячных величин температуры для срединных месяцев сезонов станций Алматы и Бахты, хотя для полноты анализа нами построены такие графики для всех станций региона и всех месяцев года. Из анализа временного хода средней температуры за эти месяцы следует, что при наличии неплохой согласованности во временном ходе средних месячных температур на обоих станциях их наибольшая межгодовая изменчивость имеет место в холодную часть года, а наименьшая – в теплую.

Более тщательный анализ данных по всем месяцам года и станциям региона показывает, что наибольшая изменчивость имеет место все же в декабре и марте, а наименьшая – в июле и сентябре, хотя и в июне по величине она ближе к июльским величинам. В марте и декабре отклонения средней месячной температуры от нормы могут достигать 10 °С, а в июле – сентябре всего 2...3 °С. Следовательно, экстремальные значения средних годовых величин температуры на станциях региона определяются температурами холодных и переходных месяцев, т.е. температурами ноября – марта.

Температуры воздуха в январе на станциях Алматы и Бахты, несмотря на их большую межгодовую изменчивость, имеют высокую взаимную корреляцию. Для примера на рис. 5 приведена такая корреляционная зависимость ($r = 0,86$) между температурами на станциях Алматы и Бахты в январе.

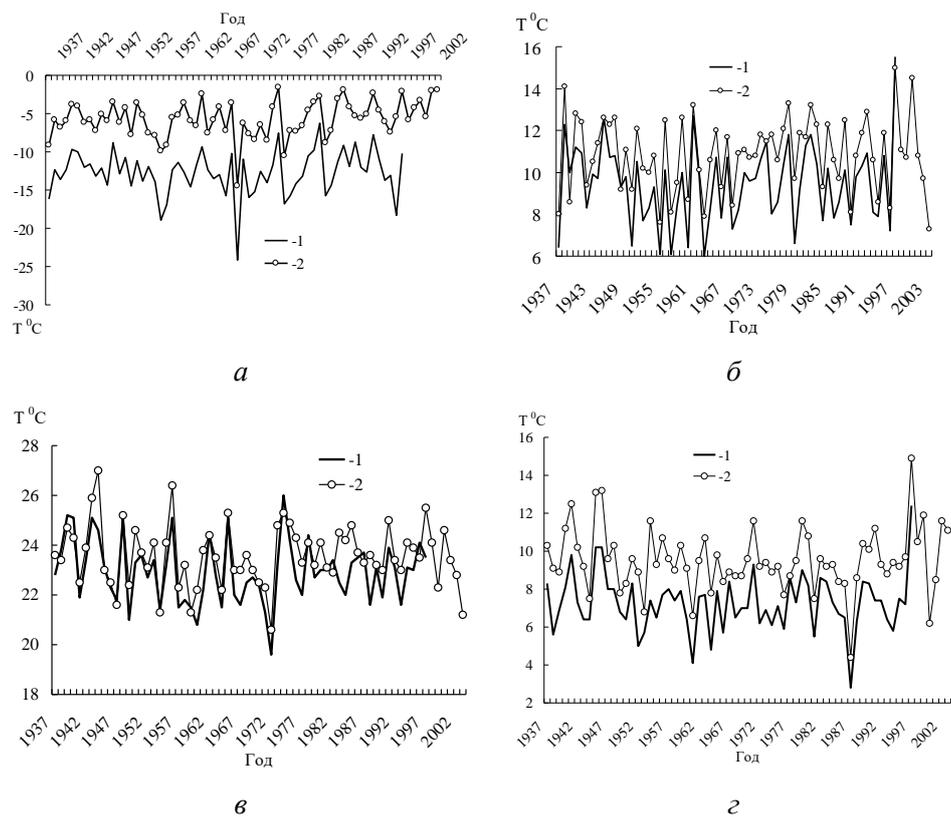


Рис. 4. Сравнительный временной ход температуры воздуха на станциях Бахты (1) и Алматы (2) в срединные месяцы сезонов. а – январь, б – апрель, в – июль, г – октябрь.

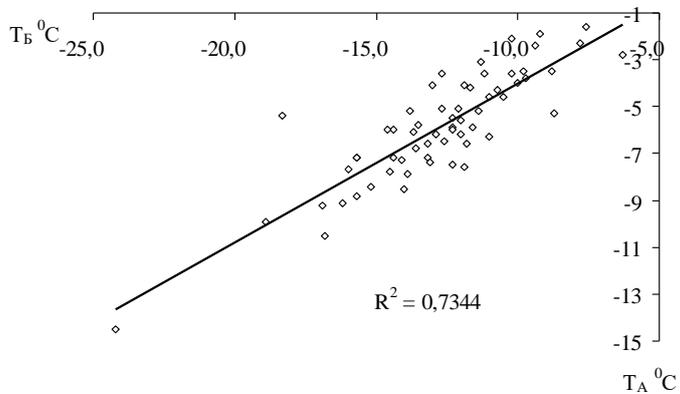


Рис. 5. Связь между температурами воздуха на станциях Алматы и Бахты в январе.

Сравним далее временной ход количества осадков по станциям региона. На рис. 6 представлен временной ход годового количества осадков для тех же станций, для которых выше был рассмотрен временной ход средней годовой температуры.

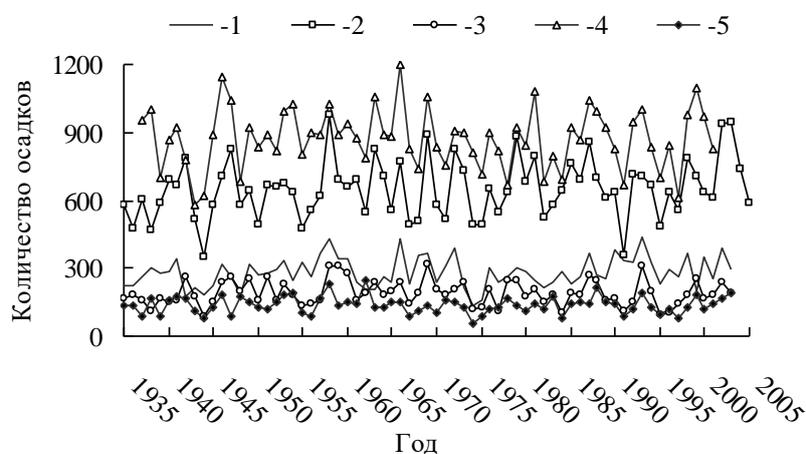


Рис. 6. Временной ход годового количества осадков по станциям региона. 1 – Бахты, 2 – Алматы, 3 – Баканас, 4 – Мынжилки, 5 – Балхаш.

Можно видеть, что согласованность во временном ходе осадков на разных станциях значительно меньше, чем в ходе температуры, хотя иногда такая согласованность всё же имеет место. Так, максимум осадков 1972 г. и последующий глубокий минимум в 1974 г. отмечались на станциях Балхаш, Баканас, Алматы и Бахты, но они отсутствовали на станции Мынжилки, расположенной в горах на высоте около 3000 м. В то же время максимуму осадков в 1990...1993 гг., отмечавшемуся на станции Бахты, соответствовал глубокий минимум в 1990 и 1991 гг. на станциях Алматы, Баканас, Балхаш и Мынжилки, а в 1993 г. наблюдался максимум осадков в Балхаше и Баканасе, но отсутствовал в Алматы и Мынжилках.

Внутригодовая структура месячных сумм осадков чрезвычайно разнообразна. На рис. 7 представлен временной ход количества осадков на станциях Алматы и Бахты в срединные месяцы сезонов.

При осреднении количества осадков за период 5 или более лет можно обнаружить только некоторое совпадение в наступлении экстремумов. Особенностью распределения осадков является то, что в отдельные месяцы сумма осадков может быть равна нулю. Повторяемость нулевых значений может служить характеристикой режима осадков на станции.

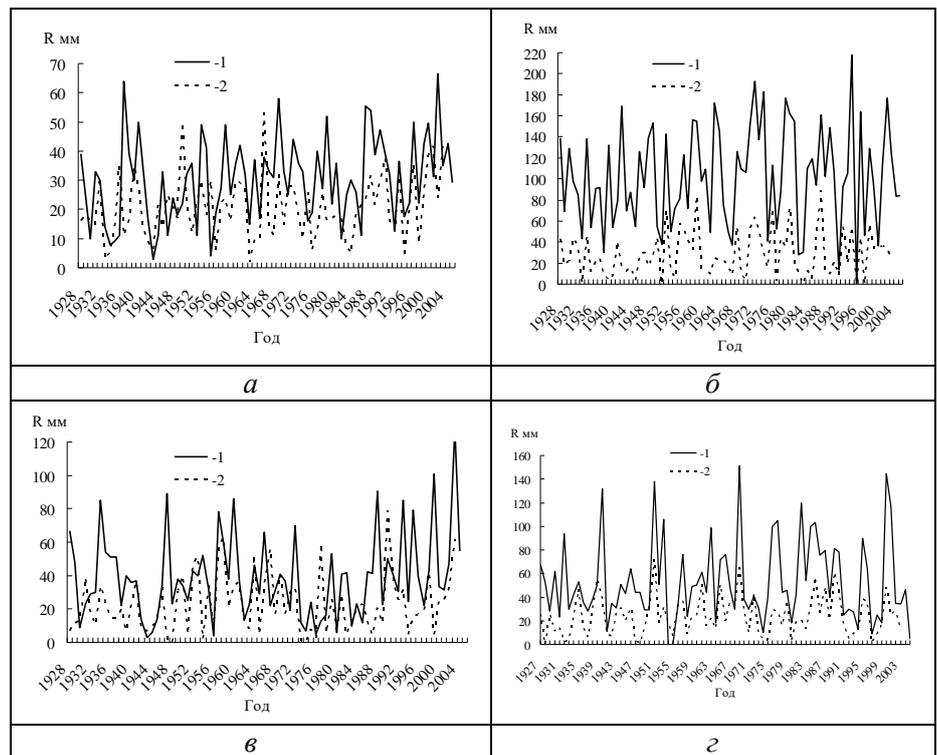


Рис. 7. Временной ход годового количества осадков на станциях Алматы (1) и Бахты (2) в срединные месяцы сезонов. а – январь, б – апрель, в – июль, г – октябрь.

В отличие от температуры, временная изменчивость месячного количества осадков велика в течение всего года. Определенным ограничением являются нулевые значения. В Балхаше наибольшая повторяемость нулевых значений и близких к нулю имеет место зимой – в феврале, летом в августе, в обоих случаях – до 30 %. Самая высокая повторяемость таких значений, однако, отмечается в сентябре – около 33 % случаев. Достаточно высокая повторяемость нулевых значений месячного количества осадков наблюдается также в Баканасе и Бахты, но она имеет место и в Алматы и даже в Мынжылках. Однако минимальное количество осадков в Мынжылках имеет место в зимние месяцы (табл. 3). Данные, содержащиеся в табл. 3, взяты из [6]

При наличии определенной пространственной связи в годовом ходе количества осадков, которая отмечена выше, связь между временными экстремумами осадков практически отсутствует (рис. 8).

Временная изменчивость осадков по территории не остается постоянной. Она наибольшая в районе Бахты и Алматы, но в то же время относительно не велика в Балхаше и наименьшая в Мынжылках.

Таблица 3

Годовой ход количества осадков на станциях Алматы и Мынжылки

Месяц												Год
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Алматы												
30	32	66	100	98	61	38	27	28	51	51	34	616
Мынжылки												
21	23	50	97	148	155	133	91	49	42	40	25	874
Сумма (Алматы + Мынжылки)												
51	55	116	197	246	216	171	118	77	93	91	59	1490
Разность (Мынжылки – Алматы)												
-9	-9	-16	-3	50	94	95	64	21	-9	-11	-9	258

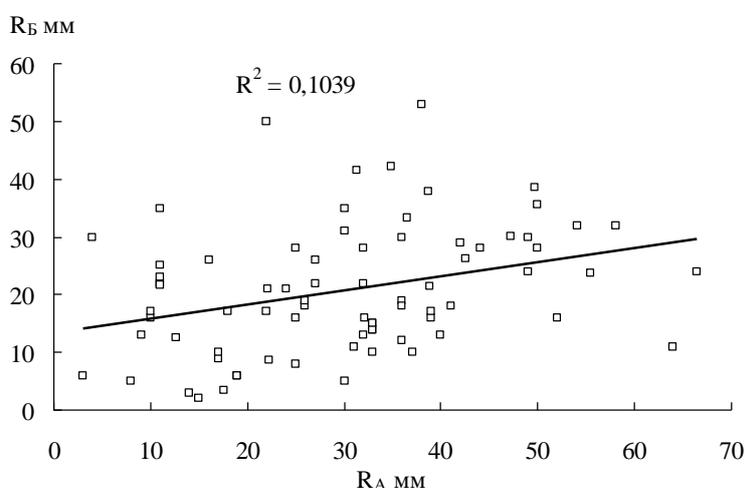


Рис. 8. Связь между суммами осадков в январе на станциях Алматы и Бахты.

Наличие хорошей пространственной связи во временном ходе температуры, в т.ч. высокое совпадение экстремумов, и слабое, а иногда и полное отсутствие такой связи для временного хода осадков имеет объяснение. В первую очередь это обусловлено разными механизмами влияния орографии на поля температуры и поля осадков. Так, различие в высотах двух станций, например, Алматы и Мынжылков, приводит к тому, что диапазон, в котором изменяется температура воздуха, разный. Однако повышение или понижение средней температуры какого-либо месяца в Алматы приводит к такого же знака реакции температуры в Мынжылках. Для случаев же осадков, важна ориентация склона, на котором расположена

станция. Поскольку и Алматы и Мынжылки расположены на северном склоне Заилийского Алатау, то в целом согласование во временном ходе осадков на них будет. Однако различия в высоте существенно влияют не только на количество осадков, но вносят различие и во временной ход. Например, рост высоты уровня конденсации от апреля к июню приводит к тому, что часть облачности, имея южную составляющую в направлении движения, в Алматы не дает осадков, а при дальнейшем подъеме по склону осадки все же формируются и выпадают. Вот почему, согласно [8], максимум количества осадков в Алматы имеет место в апреле, а в Мынжылках – в июне (табл. 3). Кроме того, разность температурных диапазонов приводит к тому, что период гроз, а, соответственно, и ливневых осадков в Мынжылках короче, чем в Алматы. Зимой из-за того, что максимум влагозапасов в облаках расположен ниже, чем в теплую часть года, в Мынжылках выпадает меньше осадков, чем в Алматы при том, что их годовое количество там в полтора раза больше (табл. 3).

Выше мы отметили факторы, по-разному влияющие на временной ход осадков на близко расположенных станциях, находящихся на одинаково ориентированном горном склоне, но на разных высотах. Если же станции расположены на разных склонах гор или возвышенностей, то ориентация склона по отношению к направлению движения воздушной массы становится основным фактором. Даже в равнинной местности, как отмечено в [7, 8], отдельно расположенные небольшие возвышенности вносят существенный вклад в перераспределение осадков по территории. Вот почему распределение осадков по территории носит пестрый характер, а пространственная связь между ними слабая.

Синоптические процессы, наблюдающиеся в том или другом регионе, в т.ч. и в Иле-Балхашском бассейне, характеризуются определенной стабильностью, под которой подразумеваются набор определенных типов распределения осадков, соотношение которых примерно одинаковое год от года в одни и те же месяцы [7, 8]. Если же это соотношение нарушается, особенно в части тех типов, с которыми связано выпадение осадков (например, соотношение между повторяемостью северо-западных, северных типов вторжений [8]), то пространственное распределение годового количества осадков тоже заметно изменяется за счет различий в ориентации склонов по отношению к направлению воздушных потоков (хотя имеется и другие факторы, например, интенсивность процесса, влагозапасы воздушных масс и прочее). Это, кстати, объясняет низкую временную изменчивость осадков на равнине, например в

Балхаше, по сравнению с горными и предгорными районами. Все отмеченное выше, позволяет понять причины неустойчивости или даже отсутствия пространственной связи во временном ходе осадков.

Графики временного хода температуры воздуха и осадков (рис. 3...7) позволяют судить о наличии связи между ними. Максимум осадков в Балхаше в 1983 г. имел место на фоне годовой температуры на 1,59 °С выше нормы, а минимум в 1984 г. – на фоне температуры на 1,21 °С ниже нормы. В тоже время наибольший максимум осадков в тридцатилетнем ряду, 218 мм в 1988 г., наблюдался при годовой температуре близкой к норме. Сходные ситуации имеют место по другим станциям, что объяснимо. Осадки, особенно в теплую часть года, имеют место несколько раз в месяц и снижение температуры, которое обычно при этом наблюдается, слабо сказывается на средних месячных а, соответственно, и на годовых величинах. Только продолжительные периоды с осадками и облачностью, которые, однако, наблюдаются редко, могут повлиять на среднюю температуру воздуха. Рассчитывать поэтому на устойчивую корреляцию между количеством осадков и температурой воздуха на большей части региона не приходится.

Таким образом, изучая тенденции изменения температуры и осадков в Иле-Балхашском бассейне, мы получили следующие результаты:

1. Зимой увеличение количества осадков отмечается на фоне повышения температуры;
2. В апреле уменьшение количества осадков происходит на фоне общего понижения температуры. В другие месяцы весны – при положительном тренде температуры;
3. В июне и сентябре значительный отрицательный тренд осадков происходит на фоне положительного тренда температуры (как и весной кроме апреля);
4. В июле положительный тренд осадков имеет место при положительном тренде температуры. В августе примерно на половине станций тренд осадков отрицательный при общем положительном тренде температуры;
5. В ноябре разнонаправленный тренд осадков в регионе происходит при разнонаправленном тренде температуры. В декабре разнонаправленный тренд осадков происходит на фоне положительного тренда температуры;

6. В среднегорной зоне годовой тренд температуры наибольший, а в высокогорной зоне – наименьший. В среднегорье положительному тренду осадков соответствует положительный тренд температуры. В высокогорье – тренды близки к нулевому.
7. Синхронность во временном ходе температур (среднегодовых и среднемесячных) на всех станциях высокая и коэффициент корреляции составляет $r = 0,75 \dots 0,86$. Это указывает на то, что эта синхронность обусловлена одними и теми же (едиными) синоптическими процессами.
8. Временной ход температуры в Алматы, где ряд наблюдений самый длинный, с учетом высокой корреляции с ним временного ряда температуры на других станциях можно считать показательным для всего бассейна.
9. Наибольшая межгодовая изменчивость температур имеет место в холодное время года с максимумом в декабре и марте, а наименьшая в июле – сентябре. В марте отклонение средней температуры от нормы может достигать $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, а в июле – сентябре – $2 \dots 3\text{ }^{\circ}\text{C}$.
10. Пространственная корреляция временных рядов осадков иногда имеет место, но в целом она значительно слабее, чем для рядов температуры. Это обусловлено влиянием орографии, воздействие которой на распределение осадков более сильное, чем на температуру.
11. Внутригодовая структура месячных сумм осадков чрезвычайно разнообразна, изменчивость осадков велика в течение всего года.
12. Временная изменчивость осадков по территории не остается постоянной. Она наибольшая в Алматы и Бахты и наименьшая в Балхаше и Мынжылках.
13. Экстремальные значения количества осадков на станциях могут наблюдаться как на фоне высокой, так и на фоне низкой температуры. В дальнейшем представляет научный и практический интерес выполнить совместный анализ обнаруженных нами трендов в вековом ходе температуры и осадков с динамикой уровня озера Балхаш, поскольку, как известно, колебание уровня бессточных озер является интегральной характеристикой изменения климата в регионе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Долгих С.А. Об исследовании климата Казахстана и его изменений // Гидрометеорология и экология. – 1997. – №1. – С. 108-113.

2. Долгих С.А., Илякова Р.М., Сабитаева А.У. Об изменении климата Казахстана в прошедший столетний период // Гидрометеорология и экология. – 2005. – №4. – С. 6-23.
3. Изменение климата, 2001 г. Обобщенный доклад. Женева: МГЭИК, 2003. – 522 с.
4. Израэль Ю.А. Всемирная конференция по изменению климата // Метеорология и гидрология. – 2004. – №4. – С. 13-19.
5. Мелешко В.П. и др. Антропогенные изменения климата в XXI веке в Северной Евразии / Метеорология и гидрология. 2004, №7. С. 5-26.
6. Научно-прикладной справочник по климату СССР, Вып. 18, Казахская ССР. Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 440 с.
7. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды, часть I. Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 702 с.
8. Синоптические процессы Средней Азии / В.А. Бугаев, В.А. Джорджио, Е.М. Козик и др. – Ташкент: Изд. АН УзбССР, 1957. – 477 с.
9. Современное экологическое состояние бассейна озера Балхаш / Под редакцией Т.К. Кудекова. – Алматы: Издательство «Каганат», 2002. – 388 с.
10. Climate change 2007: The physical Science Basis Summary for Policymakers – Geneva: IPCC. 2007. –18 p.

Казахский Национальный Университет им. аль-Фараби, г. Алматы

ІЛЕ-БАЛҚАШ БАССЕЙНІНДЕГІ КЛИМАТТЫҢ ҚҰБЫЛУЫ

Э.П. Қожахметова
 Геогр. ғылымд. докторы В.С. Чередниченко

Іле-Балқаш бассейніндегі жауын-шашын мен ауа температурасының режимі зерттелген. Іле-Балқаш бассейніндегі ауа температурасы мен жауын-шашын мөлшерінің кеңістік – уақыттық тенденциясының таралуы жүргізілген. 1970...2001 жылдар аралығындағы осы шамалардың өзгеру жылдамдығы алынған.