

УДК 551.524.36 (574.42)

**ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА  
КАЗАХСТАНСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ**

К.И. Десятова

*Проведен анализ температурного режима воздуха на казахстанском побережье Каспийского моря. Полученные результаты свидетельствуют о более интенсивном повышении температуры за последние 17 лет, по сравнению с более ранним 30-ти летним периодом. Изучены основные статистические характеристики средней месячной температуры воздуха рассматриваемого региона.*

Каспийское море – крупнейший на планете водоем. Метеорологические условия влияют на деятельность человека в открытой части моря и прибрежной зоне. Действие человека, в свою очередь также оказывает влияние на экосистему моря. Создание интегрального нефтехимического комплекса и других масштабных проектов породило серьезные экологические проблемы, в частности, загрязнение атмосферного воздуха продуктами сгорания попутных газов, открытое хранение огромных масс серы, разливы и утечки нефти. В связи с этим существует определенный интерес к изучению температурного режима воздуха в данном регионе.

Исходными материалами для характеристики режима температуры воздуха послужили многолетние данные Республиканского фонда данных по гидрометеорологии и загрязнению окружающей среды, в частности, наблюдения 10 метеорологических станций за период с 1961...2007 гг. На рис. 1 приведена схема расположения метеорологических станций, по данным которых производилось исследование.

В данной работе проведено сравнение климатических условий двух периодов: 1961...1990 гг. и 1991...2007 гг. Для каждой станции были вычислены средние многолетние температуры для всех месяцев года, значения средней годовой температуры, определены абсолютный минимум и максимум температуры воздуха (таблица 1).

Абсолютный минимум температуры воздуха, за рассматриваемый период, отмечался в феврале 1994 года на М Атырау и составил минус 35,7 °С. Абсолютный максимум наблюдался в августе 1999 г. на М Кызан со значением 46,4 °С (таблица 1) [2, 3].



Таблица 1

## Средние многолетние характеристики годовой температуры воздуха

Станция	Температура воздуха, °С											
	1961...1990 гг.						1991...2007 гг.					
	среднегодовая	средняя максимальная	средняя минимальная	абсолютный максимум	абсолютный минимум	амплитуда	среднегодовая	средняя максимальная	средняя минимальная	абсолютный максимум	абсолютный минимум	амплитуда
Бейнеу	10,1	14,3	5,0	44,4	-34,7	9,3	10,7	15,6	3,9	45,0	-33,2	11,7
Кулалы	10,9	14,4	6,5	39,3	-28,2	7,9	11,7	14,5	7,6	37,7	-26,1	6,9
Кызан	11	14,8	6,1	45,5	-32,3	8,6	11,8	15,7	6,7	46,4	-33,5	8,9
Тушибек	11,1	15,0	6,4	42,2	-27,0	8,6	11,6	15,4	6,0	42,5	-25,6	9,4
Ф.Шевченко	11,8	15,4	7,4	40,0	-25,0	8,0	12,4	15,4	5,8	41,8	-23,2	9,6
Актау	11,4	14,9	6,8	41,4	-27,7	8,1	12,4	15,3	8,2	40,5	-23,0	7,1
Махамбет	8,4	12,8	1,9	42,5	-35,3	10,8	9,3	13,6	2,8	42,4	-32,4	10,8
Атырау	9,1	13,4	3,8	42,7	-34,8	9,6	10,1	14,7	4,6	41,7	-35,7	10,1
Пешной	8,7	12,4	3,9	40,0	-34,4	8,6	9,6	13,2	4,6	40,6	-32,2	8,6
Ганюшкино	9,4	13,1	4,7	40,6	-32,2	8,4	10,2	13,8	9,7	41,9	-33,0	4,1

*Примечание: абсолютный минимум и абсолютный максимум за период 1991-2007 гг. представлен следующими станциями : Атырау, Бейнеу, Кызан, Тушибек. Остальные станции представлены за период 1991 -2000 гг.*





Рис. 1. Метеорологические станции Каспийского моря.

Простейшей мерой изменчивости является амплитуда – разность между самым высоким и самым низким значением в ряде наблюдений. Величина амплитуды закономерно зависит от числа проанализированных наблюдений. Если амплитуда вычисляется только по двум наблюдениям, то ее величина может сильно колебаться от выборки к выборке. Однако если вычислить амплитуду как разность между средними величинами определенного типа, то это затруднение исчезает [1]. Для описания изменчивости годовой температуры амплитуда вычислялась как разность между средним максимальным и средним минимальным значением. Амплитуда в данном случае колеблется от 7,9 °С на М Кулалы до 10,8 °С на М Махамбет в период с 1961...1990 гг. и от 4,1 °С на М Ганюшкино до 11,7 °С на М Бейнеу соответственно.

Наиболее холодным месяцем на побережье является январь, где температура воздуха колеблется от -5,8 °С на М Атырау до -0,06 °С на самой южной в данном случае М Актау. Далее от января к февралю идет очень слабое, но повышение температуры воздуха в среднем на 0,5 °С. По всем рассматриваемым станциям повышение температуры воздуха начинается от февраля к марту и составляет в среднем 5,4 °С. Далее от марта к апрелю идет интенсивный прогрев воздуха на 7...11 °С. От апреля к маю

температура воздуха повышается еще на 6...7 °С, в последующем увеличивается еще на 5...6 °С. От июня к июлю отмечается незначительное повышение на 2...3 °С. Во внутригодовом ходе температуры воздуха наибольшие значения среднемесячной температуры наблюдались в июле со средним по площади значением, рассчитанным для 10 метеостанций и равным 26,3 °С. От июля к августу происходит понижение температуры воздуха на 1 °С, а в последующие месяцы на 6...8 °С каждый месяц, ознаменуя приход холодного времени года.

Внутригодовой ход температуры воздуха по исследуемым станциям имеет незначительные различия в связи с географическим расположением, которое вносит свои отличия (рис. 2.).

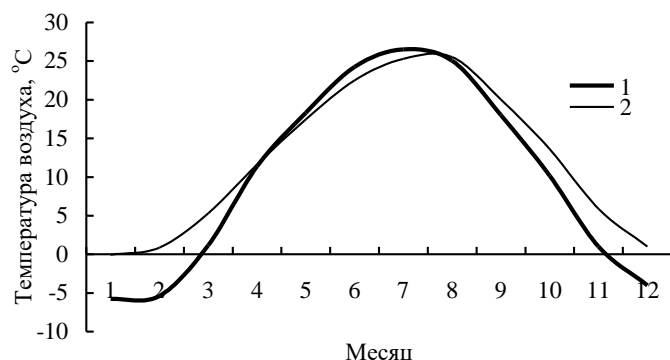


Рис. 2. Внутригодовой ход средней многолетней температуры воздуха за период 1991...2007 гг. 1 – Атырау, 2 – Актау.

Приведенные в таблице 1 среднегодовые температуры воздуха за период 1961...1990 гг. могут рассматриваться лишь в качестве нормы. Средняя температура воздуха в отдельные годы и за короткие периоды лет может значительно отклоняться от средних многолетних значений. Были рассчитаны разности средних многолетних температур  $\Delta T$  для исследуемых станций по следующей формуле:

$$\Delta T = T_i - \bar{T}, \quad (1)$$

где  $T_i$  – средние многолетние значения температуры воздуха за 1991...2007 гг., °С;  $\bar{T}$  – средние многолетние значения температуры воздуха за 1961...1990 гг.

Существуют некоторые особенности в характере изменчивости температуры воздуха в различных прибрежных районах моря (табл. 2). Предельные положительные аномалии отмечены на М Тушибек, Бейнеу,

Махамбет и составляют 9,7...14,4 °С, в то время как на М Пешной, Ганюшкино, Кызан, Атырау они колеблются в пределах 7,4...9,7 °С, далее, на М Форт-Шевченко, Актау, Кулалы, значения предельно положительных отклонений составляет 5,6...5,9 °С.

Таблица 2

Максимальные отклонения средней месячной температуры воздуха от многолетних средних месячных температур

Станция	Отклонение			
	+		-	
	°С	месяц, год	°С	месяц, год
Бейнеу	14,4	III, 2002	-13,8	II, 1994
Кулалы	5,9	II, 2002	-7,7	XI, 1993
Кызан	7,4	II, 2002	-9,8	XI, 1993
Тушибек	9,7	III, 2001	-10,3	VII, 1993
Ф. Шевченко	5,6	II, 1999	-6,6	XII, 2002
Актау	5,7	VI, 1998	-8,5	XI, 1993
Махамбет	10,2	I,II, 2007	-9,4	XI, 2002
Атырау	9,7	XII, 2001	-9,6	XI, 1993
Пешной	8,4	II, 2002	-8,8	XI, 1993
Ганюшкино	8,3	I, 2007	-8,5	II, 2002

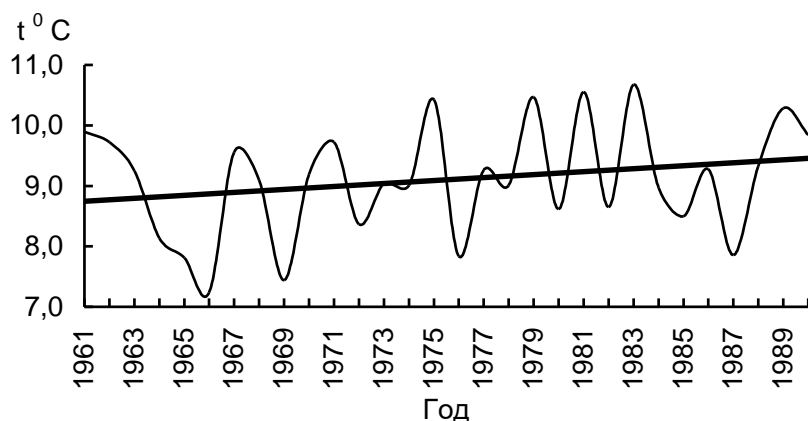
*Примечание: за норму принят период 1961...1990 гг.*

Наибольшие отрицательные отклонения наблюдаются в районах М Махамбет, Тушибек, Бейнеу (до -13,8 °С). Наибольших значений аномалия температуры воздуха достигает в периоды быстрого изменения температуры воздуха во времени и формирования больших градиентов в температурном поле: весной (в марте – апреле) и в осенне-зимний период (с ноября по февраль). Наименьшие отклонения от норм среднемесячных температур наблюдаются летом.

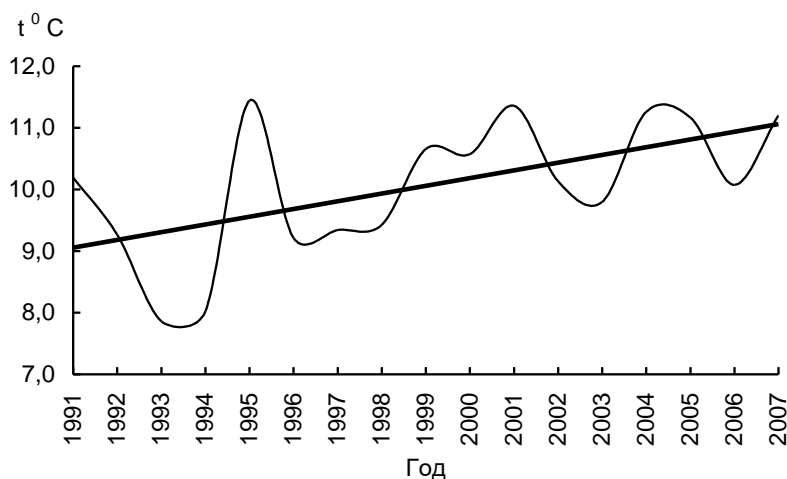
Потепление климата проявляется в увеличении температуры атмосферного воздуха и температуры воды океанов, таянии ледников, росте уровня океана и изменениях в частоте экстремальных явлений (рис. 3). Для нефтегазовой отрасли Республики Казахстан – это новый виток, где необходимы разработка долговременных инвестиционных программ и выработка соответствующей политики в отношении возникающих проблем мирового масштаба.

Особенностью современного климата является то, что темпы повышения температуры все время ускоряются. Одиннадцать из 15 самых теплых лет в истории человечества пришлось на последние годы. Приведенный рисунок свидетельствует о большей интенсивности повышения

температуры воздуха за последние 17 лет. Такие тренды были построены для всех исследуемых станций и их тенденция сходна с той, которая отмечена на М Атырау.



*a*



*б*

*Рис. 3. Ход среднегодовой температуры воздуха на М Атырау. а – период 1961...1990 гг., б – период 1991...2007 гг..*

Рассмотрим годовой ход среднего квадратического отклонения ( $\sigma$ ), являющегося одним из основных параметров статистической совокупности и характеризующего степень изменчивости случайной переменной. Среднее квадратическое отклонение может быть рассчитано по формуле:



$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N-1}}, \quad (2)$$

где  $N$  – количество лет,  $x_i$  – средние месячные значения температуры воздуха за период,  $\bar{x}$  – средняя многолетняя температура воздуха за период 1991...2007 гг.

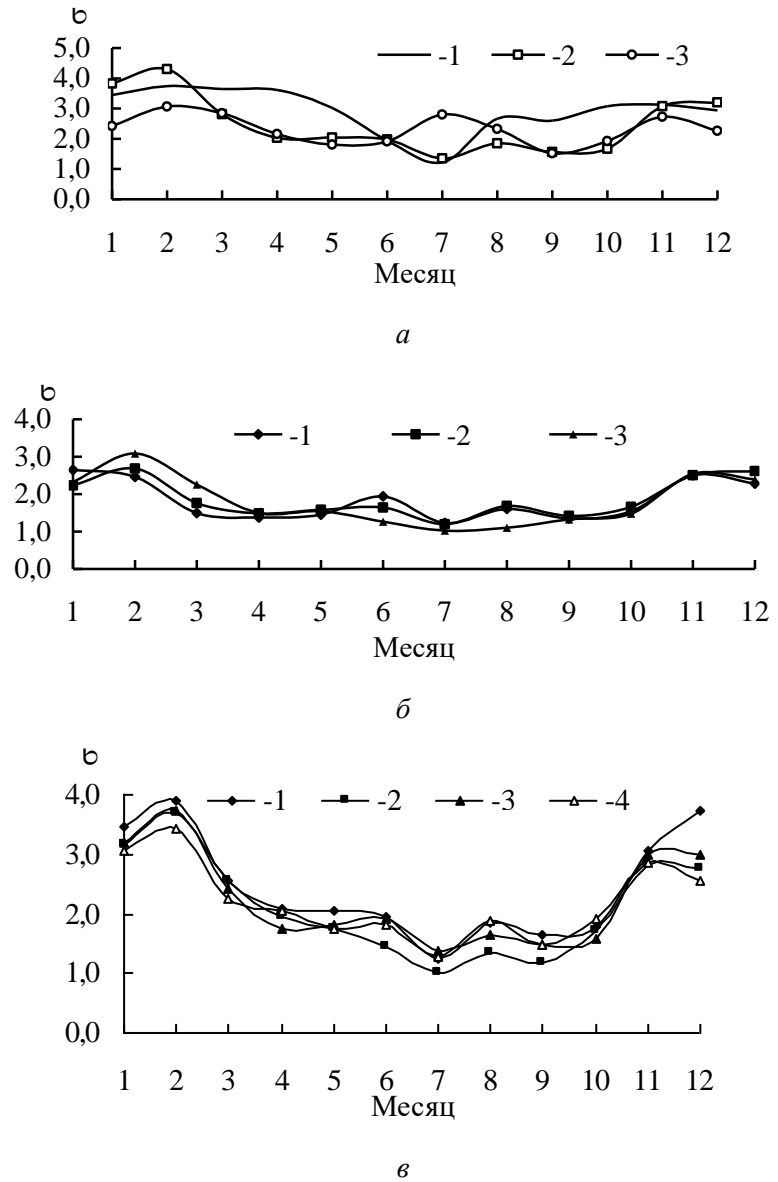


Рис. 4. Годовой ход среднего квадратического отклонения ( $\sigma$ ) температуры воздуха по данным прибрежных метеорологических

станций казахстанского побережья Каспийского моря. а: 1 – Бейнеу, 2 – Махамбет, 3 – Туццибе; б: 1 – Актау, 2 – Форт Шевченко, 3 – Кулалы; в: 1 – Атырау, 2 – Пешиной, 3 – Ганюшкино, 4 – Кызан.

Наблюдаются особенности распределения показателя изменчивости температуры воздуха в разные месяцы года. Среднее квадратическое отклонение температуры воздуха меняется в среднем в течение года от 2 до 4 (рис. 4). В январе-феврале наблюдаются максимальные значения  $\sigma$ , достигая 4,3 на М Махамбет. Наименьшие значения изменчивости температуры воздуха отмечаются почти повсеместно в теплое время года, особенно в июле и сентябре.

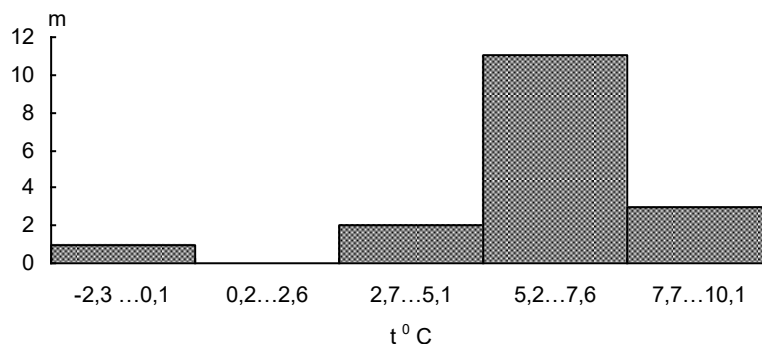
Если же закон распределения отличается от нормального, то для характеристики выборочной совокупности необходимо привлекать, как минимум, еще два параметра: коэффициенты асимметрии ( $As$ ) и эксцесса ( $Es$ ). В качестве показателя асимметрии служит центральный момент третьего порядка, отнесенный к кубу среднего квадратического отклонения

$$As = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^3}{N\sigma^3}. \quad (3)$$

При строго симметричных распределениях коэффициент  $As$  равен нулю. При наличии асимметрии равенство между средней арифметической, медианой и модой нарушается. Принято различать асимметрию правостороннюю, или положительную и левостороннюю, или отрицательную [4]. В данном случае большинство значений этой характеристики отрицательные, т.е. имеет место левосторонняя асимметрия (максимальные отрицательные значения преимущественно в ноябре). В качестве примера на рис. 5 приведена гистограмма распределения температуры воздуха. Положительные значения коэффициента  $As$  на большинстве рассматриваемых станций отмечены в апреле, июне, июле.

Наряду с симметричными и скошенными часто встречаются остро и плосковершинные распределения. В данном случае наблюдается преобладание плосковершинного распределения, о чем свидетельствуют отрицательные значения  $Es$ . Величина эксцесса численно равна отношению центрального момента четвертого порядка к среднему квадратическому отклонению, возведенному в четвертую степень.

$$Es = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^4}{N \cdot \sigma^4} - 3. \quad (4)$$



*Рис. 5. Гистограмма повторяемости (число случаев) различных градаций средних многолетних месячных температур воздуха на М Актау в ноябре 1991...2007 гг..*

Для проверки статистической значимости – сравнения дисперсий двух генеральных совокупностей применялся  $f$  критерий. Данный критерий является параметрическим, т.е. считается, что распределение признака в генеральной совокупности подчиняется нормальному закону. По расчетам автора генеральные дисперсии равны друг другу и выборочные дисперсии различаются статистически незначимо, за исключением ноября, где на 90 % рассматриваемой территории они считаются значимо различающимися.

Проведенный анализ режима температуры воздуха свидетельствует о более интенсивном ее повышении за последние 17 лет по сравнению с более ранним 30-ти летним периодом.

С середины 90-х годов идет активное освоение данного региона. Разрабатываются новые нефтяные месторождения, развивается нефтехимическое производство, что в свою очередь оказывает неблагоприятное влияние на окружающую среду, и в свою очередь, может влиять на отмечающееся повышение температуры воздуха.

Полученные результаты могут быть использованы при проведении государственного мониторинга и других мероприятий в регионе Каспийского моря.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пановский Г.А., Брайер Г.В. Статистические методы в метеорологии. - Л.: Гидрометеиздат, 1967. – 242 с.
2. Справочник по климату Казахстана. Вып.6, – Алматы, 2004. – 177 с.
3. Справочник по климату Казахстана. Вып.7, – Алматы, 2004. – 174 с.

4. Чичасов Г.Н. Численные методы обработки и анализа информации – Алматы, 1995. – 106 с.

РГП «Казгидромет», г. Алматы

### **КАСПИЙ ТЕҢІЗІНІҢ ҚАЗАҚСТАНДЫҚ ЖАҒАЛАУЫНДАҒЫ ТЕМПЕРАТУРАЛЫҚ РЕЖІМНІҢ НЕГІЗГІ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ**

К.И. Десятова

*Каспий теңізінің қазақстандық жағалауында ауаның температуралық режиміне талдау жасалды. Алынған нәтижелер бұрынғы 30 жылдық кезеңмен салыстырғанда соңғы 17 жылда температураның едәуір қарқынды жоғарылауын көрсетеді. Қарастырылған аймақтағы орташа айлық ауа температураның негізгі статистикалық сипаттамалары зерделенді.*