

DOI: <https://doi.org/10.37162/2618-9631-2025-1-149-164>

УДК 551.583:551.524(479.24)

Современные особенности температуры воздуха в Прикаспийском регионе Азербайджана

Дж.С. Гусейнов¹, Н.Н. Исмаилова²

¹ ЗАО «Азербайджан Хава Йоллары», УВД «Азераэронавигация»,
г. Баку, Азербайджан;

² Министерство экологии и природных ресурсов Азербайджана,
Национальная Гидрометеорологическая Служба, г. Баку, Азербайджан
camal_huseynov_88@mail.ru, naile_ismayilova40@mail.ru

Изучены современные особенности распределения показателей температуры воздуха в Прикаспийском регионе Азербайджана с использованием первичных данных 27 гидрометеорологических станций Национальной гидрометеорологической службы Азербайджана, расположенных в Прикаспийском регионе, за период с 1961 по 2023 год. Уточнена статистическая значимость временных рядов, определены математические средние показатели и особенности их распределения. Показано, что 90 % самых теплых лет наблюдались после 2005 года, самые холодные – до 1993 года, что является наглядным доказательством резкого потепления в регионе. В период 1991–2023 гг. среднегодовые значения температуры воздуха увеличились на 0,9 °С (наибольший рост показателей в августе – на 1,5 °С). Изменение климата в Прикаспийском регионе усиливает процессы опустынивания, засоления и эрозии почвы. Рекомендуется учитывать эти данные при решении задач строительства, энергетики и выработки политики по смягчению последствий изменения климата.

Ключевые слова: температура воздуха, глобальное потепление, климатическая норма, аномалия, цифровая модель рельефа, тренд температуры воздуха

Modern features of air temperature in the Caspian region of Azerbaijan

J.S. Huseynov¹, N.N. Ismailova²

¹ "Azerbaijan Airlines" Closed Joint-Stock Company,
Azeraeronavigation Air Traffic Control, Baku, Azerbaijan;

² Ministry of Ecology and Natural Resources of Azerbaijan,
National Hydrometeorological Service, Baku, Azerbaijan
camal_huseynov_88@mail.ru, naile_ismayilova40@mail.ru

The study examines the modern features of the air temperature distribution in the Caspian region of Azerbaijan using initial data from 27 hydrometeorological stations of the National Hydrometeorological Service of Azerbaijan located in the Caspian region over the period from 1961 to 2023. The statistical significance of the time series was estimated, and mathematical averages as well as the features of their distribution were determined. It is shown that 90 % of the warmest years in the series occurred after 2005, while the coldest years were recorded before 1993, which is a clear evidence of dramatic warming in the region. In 1991–2023, the average annual air temperature in the region increased by 0.9 °C (the highest increase was observed in August – by 1.5 °C). Climate changes in the Caspian

region are exacerbating processes of desertification, salinization, and erosion. It is recommended to consider these findings when solving construction and energy production problems and elaborating policy on mitigation strategies.

Keywords: air temperature, global warming, climatic norm, anomaly, DEM (Digital Elevation Model), air temperature trend

Введение

Поверхностный покров (почва, вода, лед, растительность и т. д.) обуславливает различное распределение температуры воздуха на сложном рельефе земной поверхности [4]. Увеличение температурных различий между регионами на рассматриваемой территории приводит к изменению метеорологических элементов (давление, температура и т. д.) и провоцирует атмосферные возмущения. Атмосфера Земли постоянно изменяет свои физические свойства, создавая движение воздушных масс, что выделяется как на локальном, так и на глобальном масштабах [2, 5]. Повторение таких процессов в любом месте в течение многолетнего периода формирует местный климатический режим. Хотя метеорологические элементы распределяются во времени и пространстве по-разному, режим температуры воздуха и осадков практически не имеет резких отклонений в течение многолетнего периода [7].

Как и во всех регионах, за последние 30 лет изменение климата расширяет свое влияние и в Прикаспийском регионе Азербайджана. Уже всем известно, что современные изменения климата наблюдаются в виде «потепления» [9, 15]. Глобальное потепление усиливает повторяемость во времени и пространстве таких опасных природных явлений, как засухи, наводнения, оползни, опустынивание и т. д. [13]. Увеличение частоты наблюдений со временем делает возможным проведение новых исследований в этом направлении. Прикаспийский регион Азербайджана отличается своими физическими характеристиками от других регионов страны. Его физико-географическое положение и сложный рельеф формируют климатические условия. Так, на севере меридиональное протяжение Большого Кавказского хребта и его гипсометрические особенности способствуют деформации воздушных масс, приходящих с севера, и частому повторению сильных ветров в направлении Апшеронского полуострова. На прибрежных территориях Апшеронского полуострова и Кура-Аразской низменности наблюдаются высокие показатели тепловых ресурсов в течение всего года. На юге параллельное протяжение Талышских горных хребтов способствует увеличению осадков и формированию обильных запасов влаги. Одним словом, различные особенности орографии требуют изучения территорий с похожими характеристиками рельефа по отдельности [1–3, 10].

В данной работе выявлены современные особенности температуры воздуха в четырех физико-географических районах, составляющих Прикаспийский регион Азербайджана: северо-восточная часть Большого Кавказа и Гобустан-Апшеронский физико-географический район, Кура-Аразский район Куринской межгорной впадины, Ленкоранский район.

В исследованиях, проведенных в различные периоды такими учеными, как Э.М. Шыхлинский, Э.А. Мамедзаде, С.Г. Сафаров, Р.Н. Махмудов, Р.М. Мамедов, Н.Ш. Гусейнов, Ф.А. Иманов, З.С. Аллахвердиев, Г.Л. Набиев, У.Р. Тагиева, Дж.С. Гусейнов и др., изучались месячные, сезонные и многолетние изменения температуры воздуха. Однако увеличение временных рядов и резкое изменение климатического режима требуют нового современного анализа климатических компонентов в этом регионе.

Материалы и методы. Исследование проведено на основе первичных данных 27 гидрометеорологических станций Национальной гидрометеорологической службы Азербайджана в Прикаспийском регионе, охватывающих период с 1961 по 2023 год (табл. 1).

В статье использованы математические, статистические и картографические методы, рассчитаны среднемесячные, сезонные, многолетние и зональные характеристики распределения температуры воздуха, а также ее временные изменения. Многолетний период (1961–2023 гг.) был разделен на десятилетия для определения тенденций температуры воздуха и сравнения ее средних показателей за период 1991–2023 гг. с соответствующими показателями за 1961–1990 гг., которые рекомендованы Всемирной метеорологической организацией (ВМО) в качестве нормы [14, 16]. Результаты анализа представлены в виде таблиц, гистограмм, графиков в Microsoft Excel, а электронные карты визуализированы с использованием программного обеспечения ArcGIS.

Цель исследования. Основная цель исследования заключается в определении современных особенностей распределения температуры воздуха во времени и пространстве на территории Прикаспийского региона Азербайджана, а также в анализе ее изменений по сравнению с периодом 1961–1990 гг. В рамках исследования изучались месячное, сезонное, годовое и территориальное распределение температуры воздуха. Изменения средних значений температуры воздуха за период с 1991 по 2023 год сравнивались с нормативными показателями (1961–1990 гг.).

Обсуждение результатов исследования. Распределение средней месячной температуры в Прикаспийском регионе отличается особенностями в течение года. Так, на северо-восточном склоне Большого Кавказа самыми холодными месяцами являются январь ($-1.8\text{ }^{\circ}\text{C}$) и февраль ($-1.3\text{ }^{\circ}\text{C}$). С марта ($2.0\text{ }^{\circ}\text{C}$) температура воздуха в регионе становится положительной. На северной части прикаспийской зоны с апреля ($7.2\text{ }^{\circ}\text{C}$) температура воздуха начинает повышаться. С мая ($12.2\text{ }^{\circ}\text{C}$) становится жарче, а самыми теплыми месяцами считаются июль ($19.2\text{ }^{\circ}\text{C}$) и август ($18,9\text{ }^{\circ}\text{C}$). С сентября ($14.8\text{ }^{\circ}\text{C}$) температура начинает снижаться, и в октябре ($9.6\text{ }^{\circ}\text{C}$) и ноябре

(4.2 °С) она продолжает падать. С приходом зимы снова наступает похолодание, и в декабре средняя месячная температура составляет 0.5 °С. Среднегодовая температура региона составляет 8.5 °С.

Таблица 1. Основные характеристики гидрометеорологических станций
Table 1. The main characteristics of hydrometeorological stations

Станция	Высота, км	Используемые периоды наблюдений, годы	Климатические нормы по температуре воздуха (1961-1990), °С.
Северо-восточная часть Большого Кавказа			
Шахдаг	2712	2010-2020, 2022	-
Кырыз	2071	1961-2022	4.6
Хыналыг	2049	1991-2021	-
Халтан	1104	1986-2022	8.3
Алтыгадж	1099	1961-2022	9.0
Куба	550	1961-2022	10.2
Хачмаз	27	1961-2022	12.5
Набрань	14	1998-2021	-
Гобустан-Апшеронский физико-географический район			
Маштага	27	1961-2023	14.0
Баку	2	1961-2023	14.6
Чилов	-17	1961-2023	14.3
Нефтяные Камни	-17	1961-2023	14.4
Алят	-18	1961-2023	14.8
Сумгаит	-20	1961-2023	14.3
Пираллахи	-25	1961-2023	14.4
Кура-Аразский район			
Билясувар	75	1961-2023	14.6
Гаджигабул	-7	1961-2023	15.0
Джафархан	-16	1961-1966, 1968-1985, 1987-2023	14.4
Сальян	-21	1965-2023	14.7
Нефтчала	-23	1961-2023	14.7
Ленкоранский район			
Калвез	1567	1984-2020	8.2
Лерик	1115	1961-1990, 2005-2023	10.1
Ярдымлы	730	1961-2023	12.0
Гейтепе	2	1961-1991, 1993-2021	14.4
Ленкорань	-20	1961-2023	14.1
Астара	-23	1961-1990, 1993-2023	14.6

В Апшеронской акватории Хазарского региона распределение среднемесячных температур в течение года имеет свои особенности. Январь (5.4 °С) и февраль (5.2 °С) – самые холодные месяцы года. С марта (7.5 °С) по апрель температура воздуха повышается до 11.8 °С. Резкий рост начинается в мае (17.6 °С), а в июне достигает 23.1 °С. Самые теплые месяцы – июль (26.1 °С) и август (26.7 °С). С сентября (22.6 °С) температура воздуха начинает снижаться, в октябре составляет 17.3 °С, в ноябре – 11.5 °С. В декабре этот показатель уменьшается до 7.4 °С. Среднегодовая температура акватории составляет 15.2 °С.

Средняя месячная температура в Кура-Аразской низменности в январе (4.2 °С) и феврале (5.3 °С) считается самой низкой в году. В этой области средняя температура в марте (8.6 °С) на всех станциях уже имеет положительные показатели, а с апреля (13.7 °С) температура начинает повышаться. Средняя месячная температура в июле (27.4 °С) и августе (27.2 °С) достигает самых высоких значений, являясь самыми жаркими месяцами года. В прикаспийской части Кура-Аразской низменности в сентябре (22.8 °С) и октябре (17.0 °С) температура начинает снижаться и в ноябре достигает 10.4 °С. В декабре наступают холода, и средняя температура падает до 5.8 °С. Среднегодовая температура в прикаспийской части низменности составляет 15.6 °С.

В Ленкоранском районе, расположенном в прибрежной части Каспийского моря, распределение среднедневных температур в разные месяцы года различно. Январь (3.1 °С) и февраль (3.7 °С) – самые холодные месяцы в году. В марте температура воздуха уже имеет положительные значения (6.9 °С). С апреля (11.4 °С) температура начинает повышаться. Средняя температура воздуха в мае составляет 16.5 °С, а в июне – 21.3 °С. В июле и августе она достигает своего максимума (23.6 °С). В сентябре (19.4 °С) и октябре (14.5 °С) температура начинает снижаться и в ноябре опускается до 8.7 °С. В декабре холодает, и средняя температура составляет 4.9 °С. В целом, средние месячные температуры снижаются с прибрежных равнин в сторону высокогорных районов. Среднегодовая температура в районе составляет 13.1 °С.

Среднемесячные температуры в регионах распределены неравномерно. В прибрежной зоне Каспийского моря январь (2.7 °С) и февраль (3.2 °С) считаются самыми холодными месяцами. Средняя температура начинает повышаться в марте (6.2 °С) и апреле (11.0 °С). Самые высокие температуры наблюдаются в июле и августе (24.1 °С). В сентябре (19.9 °С) и октябре (14.6 °С) температура воздуха начинает снижаться, а в ноябре достигает 8.7 °С. В декабре холода усиливаются, и средняя температура составляет около 4.7 °С. Среднегодовая температура в регионе составляет 13.1 °С (табл. 2).

На прибрежных территориях Каспийского моря среднемесячные экстремальные показатели температуры воздуха в течение года отличаются своими особенностями. Так, на северо-восточном склоне Большого Кавказского хребта многолетний (1961–2023 гг.) минимальный среднемесячный

максимум температуры наблюдался в феврале (2.7 °С), а более высокие показатели начинаются с июня (20.9 °С) и приходятся на июль (23.0 °С) и август (22.6 °С). Среднегодовой максимальный показатель температуры в этом регионе составляет около 10.3 °С.

Таблица 2. Распределение температуры воздуха по месяцам в Прикаспийском регионе (1991–2023 гг.)

Table 2. The monthly distribution of air temperature in the Caspian region (1991–2023)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Северо-восточная часть Большого Кавказа												
-1.8	-1.3	2.0	7.2	12.2	16.6	19.2	18.9	14.8	9.6	4.2	0.5	8.5
Гобустан-Апшеронский физико-географический район												
5.4	5.2	7.5	11.8	17.6	23.1	26.1	26.7	22.6	17.3	11.5	7.4	15.2
Кура-Аразский район												
4.2	5.3	8.6	13.7	19.6	25.0	27.4	27.2	22.8	17.0	10.4	5.8	15.6
Ленкоранский район												
3.1	3.7	6.9	11.4	16.5	21.3	23.6	23.6	19.4	14.5	8.7	4.9	13.1
Прикаспийский регион												
2.7	3.2	6.2	11.0	16.5	21.5	24.1	24.1	19.9	14.6	8.7	4.7	13.1

На акватории Апшерона за последние 63 года минимальный показатель максимальной температуры наблюдался в январе (7.8 °С). Максимальная среднемесячная температура начинает расти с мая (20.9 °С) и достигает наивысшего уровня в июле (29.0 °С) и августе (28.8 °С). Максимальный среднегодовой показатель температуры на акватории составляет 16.6 °С.

Распределение экстремальных показателей температуры воздуха в течение года в Кура-Аразской низменности также имеет важное значение. В этом районе минимальный показатель максимальной температуры наблюдается в январе (7.2 °С). Средняя максимальная месячная температура начинает повышаться с мая (22.9 °С) и достигает наивысшего уровня в июле (30.0 °С) и августе (29.2 °С). Средний годовой показатель максимальной температуры в природной области Куринской межгорной впадины составляет около 16.8 °С.

Экстремальные показатели температурного режима в Ленкоранском районе также имеют своеобразное распределение. В этом регионе средний месячный максимальный показатель в феврале (7.1 °С) является самым низким по сравнению с другими месяцами. Более высокие средние месячные максимальные температуры наблюдаются начиная с июня (24.6 °С), а также в июле (26.9 °С) и августе (26.1 °С). В Ленкоранском природном регионе максимальный показатель среднегодовой температуры составляет 14.5 °С.

В целом, в регионе, прилегающем к Каспийскому морю, многолетние (1961–2023 гг.) среднемесячные максимальные температуры достигают своего минимального уровня в январе (6.2 °С). Максимальная среднегодовая температура в регионе наблюдается в июле (27.2 °С) и августе (26.7 °С). Максимальные показатели среднегодовой температуры в регионе распределяются в интервале от 10.3 до 16.8 °С. В этом регионе абсолютный многолетний максимум температуры был зафиксирован на минимальном уровне в январе (7.8 °С). На территориях, прилегающих к Каспийскому морю, самый высокий абсолютный максимум температуры за многолетний период был зарегистрирован в июле (30.0 °С) (табл. 3).

Были проанализированы также минимальные экстремальные значения средних месячных температур за многолетний период в прибрежных районах Каспийского моря. Установлено, что в северо-западной части региона, окружающего Каспий, минимальная средняя месячная температура в январе является самой низкой. Минимальные средние месячные температуры изменяются в зависимости от месяца. Самое низкое значение за год наблюдается в январе (-7.9 °С), когда температура опускается ниже 0 °С. Минимальные средние температуры достигают своего максимума в мае (12.8 °С), а затем в июле (15.7 °С) и августе (14.7 °С). Для северо-восточной части Большого Кавказа минимальная средняя годовая температура составляет 6.7 °С. В этот период минимальная средняя температура на экватории Апшеронского полуострова также была зафиксирована в январе (0.0 °С). В мае (14.1 °С) минимальная средняя температура на экватории достигла своего максимума, а в июле (23.3 °С) и августе (24.0 °С) показатели продолжили расти. Средняя минимальная температура в этом районе колеблется в пределах 13.1 °С. В прибрежных районах Куру-Аразской низменности минимальная средняя месячная температура была самой низкой в январе (-2.3 °С), когда температура опускалась ниже 0 °С. С мая (14.1 °С) минимальная средняя температура достигала своего максимума в июле (24.6 °С) и августе (24.1 °С). Средняя минимальная температура в низменности составила 13.2 °С. В Ленкоранском районе также наблюдается различное распределение минимальных средних месячных температур. Самая низкая минимальная температура года была зафиксирована в январе (-3.3 °С). Минимальная средняя температура постепенно повышалась с мая (12.6 °С) до августа (20.3 °С). Средняя минимальная температура в прибрежной части Ленкоранского района составила 10.8 °С.

Таким образом, были рассмотрены минимальные экстремумы, зафиксированные в различных месяцах на протяжении многолетнего периода для территорий, расположенных в этом регионе. Этот показатель был зафиксирован в январе (-3.4 °С) как самая низкая температура региона. Минимальная среднегодовая температура в регионе начинается с мая (12.1 °С) и повышается до 20.8 °С в июле и августе. Минимальные значения среднегодовой температуры в районе вокруг Каспийского моря варьируются в интервале от 6.7 до 13.2 °С.

Таблица 3. Средние месячные максимальные и минимальные температуры воздуха в прикаспийском регионе за период с 1961 по 2023 г.

Table 3. Monthly mean maximum and minimum temperatures in the Caspian region over the period from 1961 to 2023

T, °C	Район	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Т _{макс.}	Северо-восточная часть Большого Кавказа	2.8	2.7	6.7	11.2	15.3	20.9	23.0	22.6	18.6	14.1	8.9	6.5	10.3
	Гобустан-Апшеронский физико-географический район	7.8	8.3	10.2	14.8	20.9	26.5	29.0	28.8	24.6	20.3	15.6	11.7	16.6
	Кура-Аразский район	7.2	8.3	12.2	16.8	22.9	28.1	30.0	29.2	25.2	20.8	14.0	9.3	16.8
	Ленкоранский район	7.2	7.1	11.4	15.1	19.5	24.6	26.9	26.1	22.4	18.6	13.2	9.1	14.5
	Прикаспийский регион	6.2	6.6	10.1	14.5	19.6	25.0	27.2	26.7	22.7	18.5	12.9	9.2	14.5
	Абсолютный максимум	7.8	8.3	12.2	16.8	22.9	28.1	30.0	29.2	25.2	20.8	15.6	11.7	16.8
	Северо-восточная часть Большого Кавказа	-7.9	-6.9	-2.5	3.1	7.6	12.8	15.7	14.7	11.8	4.6	-2.6	-4.9	6.7
	Гобустан-Апшеронский физико-географический район	0,0	0.5	3.8	8.4	14.1	19.7	23.3	24.0	19.3	12.6	6.2	3.0	13.1
	Кура-Аразский район	-2.3	-2.1	4.8	10.4	14.1	21.2	24.6	24.1	19.3	12.3	3.7	1.0	13.2
	Ленкоранский район	-3.3	-3.1	1.8	7.3	12.6	16.9	19.7	20.3	16.1	9.3	3.2	-0.8	10.8
Прикаспийский регион	-3.4	-2.9	2.0	7.3	12.1	17.6	20.8	20.8	16.6	9.7	2.6	-0.4	10.9	
Абсолютный минимум	-7.9	-6.9	-2.5	3.1	7.6	12.8	15.7	14.7	11.8	4.6	-2.6	-4.9	6.7	

Анализ экстремальных показателей показывает, что в течение многолетнего периода самая высокая средняя максимальная температура воздуха наблюдалась в основном на территории Кура-Аразская низменность, Апшеронского полуострова и в Ленкоранском районе, а самый низкий минимальный показатель чаще всего фиксировался в северо-восточной части Большого Кавказа.

Апшеронский полуостров, Кура-Аразская низменность и Ленкоранский район не демонстрируют заметных изменений в среднемесячных и сезонных показателях, однако на севере региона эти показатели имеют несколько иные значения. В Прикаспийском регионе Азербайджана средние сезонные температуры колеблются зимой от 4 до 6 °С, весной от 11 до 14 °С, летом от 23 до 27 °С, осенью от 15 до 17 °С. Самый теплый сезон – лето, а самый холодный – зима. В северной части региона средние сезонные температурные показатели ниже, чем в других районах. Так, здесь средние сезонные температуры составляют зимой -0.9 °С, весной 7.1 °С, летом 18.2 °С, осенью 9.5 °С (рис. 1).

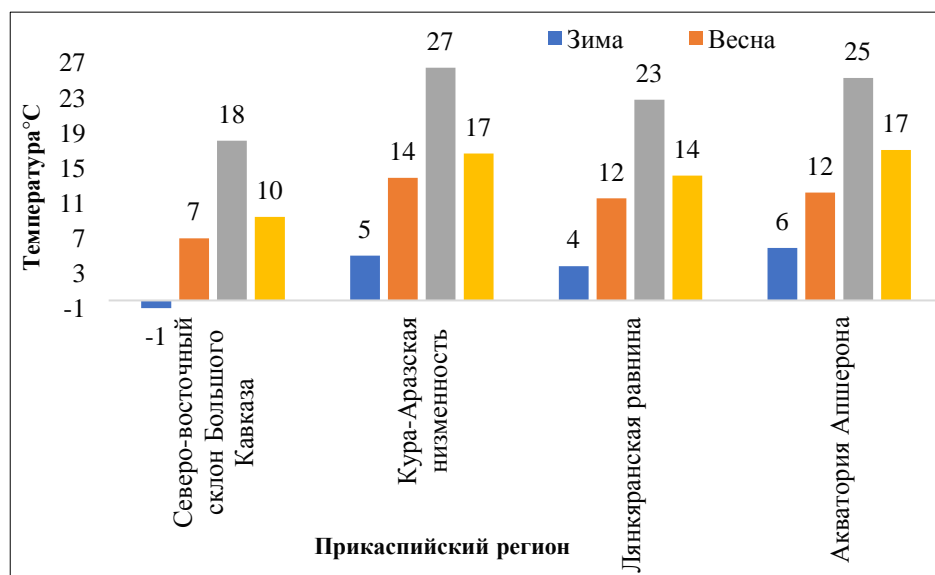


Рис. 1. Распределение температуры воздуха по сезонам (1991-2023).

Fig. 1. The seasonal distribution of air temperature (1991–2023).

На основе первичных данных гидрометеорологических станций Прикаспийского региона была составлена электронная карта в программе ArcGIS, отражающая современное распределение среднегодовых температурных показателей по территории, а также определены показатели для районов, где отсутствуют данные наблюдений. Карта была создана с использованием цифровой модели рельефа (DEM), полученной путем

дешифрирования спутниковых снимков (satellite data), с точной классификацией высот [4]. На трехмерной карте, отражающей реальные координаты и гипсометрические показатели территории, точность составляет менее 30 м по вертикали и 10 м по горизонтали, с минимальной вероятностью смещения.

Если взглянуть на карту, то в первую очередь можно заметить, что среднегодовая температура на равнинных территориях выше по сравнению с северными и южными горными районами. На всех участках региона с высотой менее 500 м среднегодовая температура колеблется в пределах 13–16 °С. Эти участки составляют 71.2 % от общей площади. По мере продвижения на запад региона сначала появляются предгорья, а затем низкогорные и высокогорные участки восточной части Большого Кавказа и Талышских гор сменяют друг друга.

Участки гор на западе региона с высотами 501–1000 м составляют 14.3 % от общей площади, где среднегодовая температура воздуха составляет около 11–13 °С. В среднегорных районах на высотах 1001–1500 м (7.4 % территории) этот показатель находится в пределах 9–11 °С. Здесь зона высот 1501–2000 м занимает 4.8 % от общей площади, а среднегодовая температура колеблется в пределах 7–9 °С. Участки с более высокими высотами составляют 2.5 % территории, и по мере увеличения высоты среднегодовая температура снижается. Так, на высотах выше 3500 м среднегодовая температура не превышает 1.0 °С (рис. 2).

Для определения динамики изменения среднегодовой температуры воздуха в регионе за период с 1961 по 2023 год был построен график (рис. 3). Согласно графику, несмотря на колебания температуры в отдельные годы, наблюдается положительный тренд по всем прибрежным территориям в течение всего периода.

Как видно на рисунке, 1966, 1998, 2010, 2012, 2018–2023 годы ряда определены как самые теплые, а 1964, 1969, 1972, 1973, 1976, 1977, 1982, 1984, 1992, 1993 гг. – как самые холодные за последние 10 лет. Анализ показывает, что 90 % самых теплых лет ряда наблюдались после 1998 года, самые холодные – до 1993 года. Это сравнение также является доказательством резкого потепления в регионе.

Региональные климатические изменения в последние десятилетия быстро расширяют свои зоны влияния. В Прикаспийском регионе частота опасных природных явлений и риски для безопасности человека увеличиваются [8, 11, 12]. В исследовании сравнивались средние месячные показатели температуры воздуха за период 1961–1990 гг. с соответствующими показателями за 1991–2023 годы (рис. 4).

Анализы показывают, что по сравнению с 1961–1990 гг. среднегодовая температура воздуха в регионе в 1991–2023 гг. повысилась во все месяцы. Среднегодовое значение положительной аномалии температуры составляет 0.9 °С. Увеличение среднего месячного значения температуры наблюдается в январе и июне (1.0 °С), в феврале, марте и ноябре (1.2–1.3 °С),

в апреле и декабре ($0.4\text{ }^{\circ}\text{C}$), в мае, июле и сентябре ($0.6\text{--}0.8\text{ }^{\circ}\text{C}$), в августе ($1.5\text{ }^{\circ}\text{C}$) и в октябре ($1.3\text{ }^{\circ}\text{C}$). В ноябре зафиксировано самое низкое среднее месячное повышение температуры ($0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$).

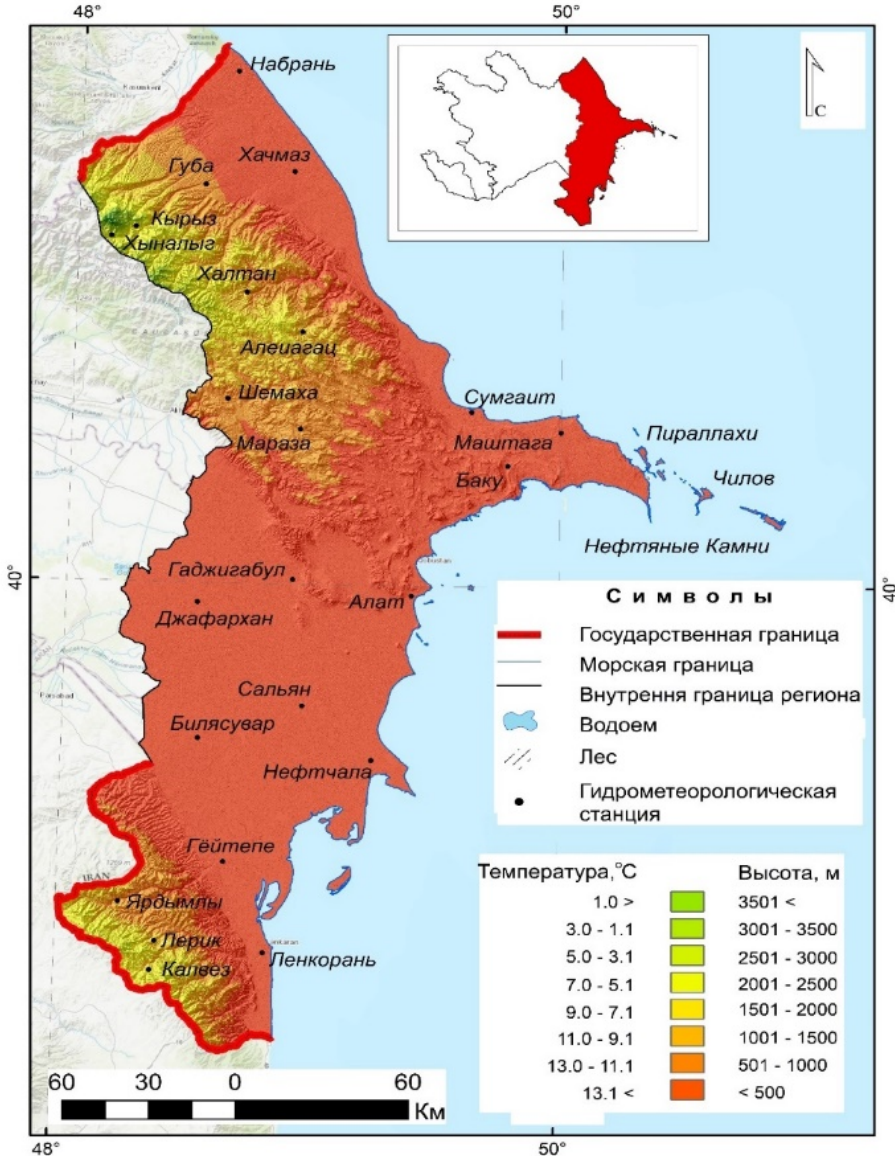


Рис. 2. Среднегодовые показатели температуры воздуха (1991-2023).
Fig. 2. The average annual parameters of air temperature (1991–2023).

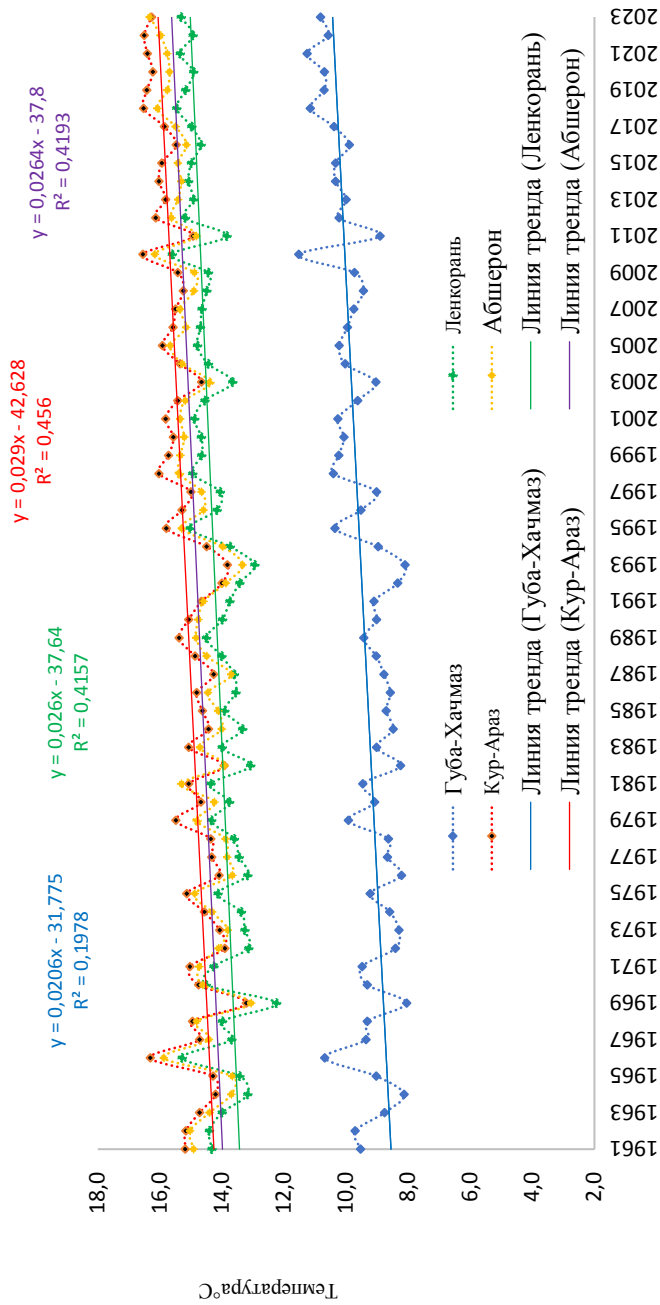


Рис. 3. Динамика средней годовой температуры воздуха на гидрометеорологических станциях.
Fig. 3. The dynamics of average annual air temperature at hydrometeorological stations.

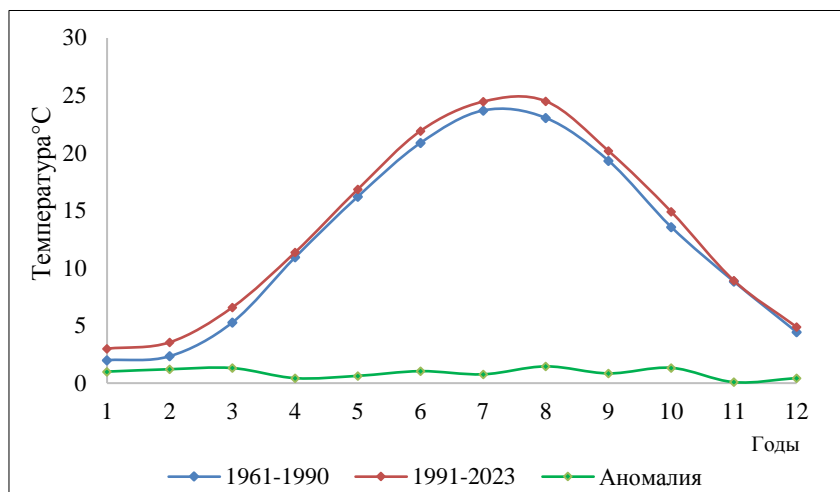


Рис. 4. Средняя месячная температуры воздуха в период с 1991 по 2023 г. по сравнению с 1961–1990 гг. в Прикаспийском регионе.

Fig. 4. Monthly mean air temperature in the Caspian region during 1991–2023 as compared to 1961–1990.

Исследования показали, что по сравнению с 1961–1990 гг. среднегодовая температура воздуха в регионе в 1991–2023 гг. повысилась во все месяцы. Среднегодовое значение положительной аномалии температуры составляет $0.9\text{ }^{\circ}\text{C}$. Увеличение среднего месячного значения температуры наблюдается в январе и июне ($1.0\text{ }^{\circ}\text{C}$), в феврале, марте и ноябре ($1.2\text{--}1.3\text{ }^{\circ}\text{C}$), в апреле и декабре ($0.4\text{ }^{\circ}\text{C}$), в мае, июле и сентябре ($0.6\text{--}0.8\text{ }^{\circ}\text{C}$), в августе ($1.5\text{ }^{\circ}\text{C}$) и в октябре ($1.3\text{ }^{\circ}\text{C}$). В ноябре зафиксировано самое низкое среднее месячное повышение температуры ($0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$).

На рис. 5 представлены изменения средних десятилетних показателей годовой температуры воздуха на территориях, расположенных в Прикаспийском регионе, за период с 1961 по 2023 год. Сравнение средних годовых температур показывает, что в каждом последующем десятилетии температура изменялась по сравнению с предыдущим. Результаты анализа показывают, что средняя годовая температура в период 1971–1980 гг. снизилась на $0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Однако начиная с 1981–1990 гг. в каждом последующем десятилетии наблюдался рост температуры: на $0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ в 1981–1990 гг., $0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ в 1991–2000 гг., $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ в 2001–2010 гг., $0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ в 2011–2020 гг., $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ в 2020–2023 гг. Сравнение самого холодного периода многолетнего цикла (1971–1980 гг.) с периодом 2011–2020 гг. показывает разницу в $1.3\text{ }^{\circ}\text{C}$, т. е. начиная с 1981 года наблюдается постоянный рост температуры. Если продолжить этот ряд, используя моделирование тренда и сезонности методом экспоненциального сглаживания (метод Хольта-Винтерса), можно прогнозировать, что среднегодовая температура района в 2100 году составит $19.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ [11, 12].

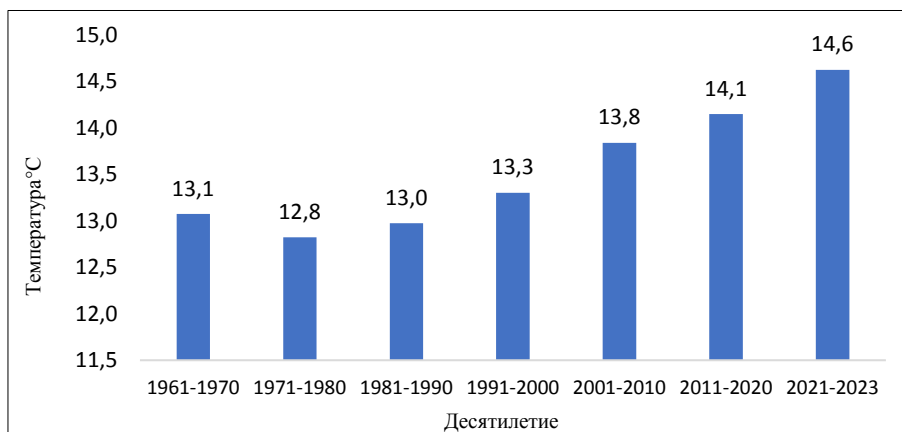


Рис. 5. Динамика изменения температуры воздуха по десятилетиям в Прикаспийском регионе.

Fig. 5. The decadal dynamics of air temperature in the Caspian region.

Выводы. В исследовании, проведенном на основе исходных данных о температуре воздуха в Прикаспийском регионе Азербайджана за период с 1961 по 2023 год, были получены следующие результаты.

1. В регионе среднемесячные показатели температуры воздуха за период с 1991 по 2023 год показали минимальное значение в январе (2.7°C), максимальное значение наблюдалось в июле и августе (24.1°C). Разница температур между самым холодным и самым теплым месяцами составляет $21,4^{\circ}\text{C}$.

2. В Прикаспийском регионе Азербайджана средняя сезонная температура изменяется следующим образом: зимой $4\text{--}6^{\circ}\text{C}$, весной $12\text{--}14^{\circ}\text{C}$, летом $23\text{--}27^{\circ}\text{C}$, осенью $14\text{--}17^{\circ}\text{C}$. На севере региона средняя сезонная температура ниже и составляет: зимой -0.9°C , весной 7.1°C , летом 18.2°C , осенью 9.5°C .

3. Среднегодовая температура в Прикаспийском регионе Азербайджана на высоте 3501 м над уровнем моря составляет менее 1.0°C . Этот показатель на высоте 500 м и ниже превышает 13.0°C .

4. В Прикаспийском регионе среднегодовая температура за период с 1991 по 2023 год увеличилась на 0.9°C по сравнению с 1961–1990 гг. Максимальное повышение температуры наблюдается в августе (1.5°C), марте и октябре (1.3°C). В будущем в прибрежных районах Азербайджанской Республики ожидается повышение температуры воздуха и, как следствие, расширение воздействия климатических изменений. Этот процесс затрагивает весь Каспийский регион, и это приведет к увеличению испарения на поверхности моря и в прибрежных районах. С увеличением температуры и испарения также ожидается некоторое увеличение количества осадков. Однако, из-за отсутствия баланса между испарением и количеством осадков,

с течением времени возможно истощение запасов пресной воды. Для решения этой проблемы важно опреснение воды Каспийского моря. С другой стороны, Ленкоранский район, расположенный в этом регионе, считается одной из мер смягчения последствий из-за процесса инфильтрации и накопления дождевых вод. Изменение климата в регионе ведет к расширению процессов опустынивания, засоления и эрозии. Результаты исследовательской работы рекомендуется учитывать при решении всех вышеупомянутых проблем.

Список литературы

1. Гаджиев А.Х. Анализ температурного режима вегетационного периода на Кура-Араксинской низменности / Материалы Азербайджанского Географического Общества. Баку, 2015. Том XVII. С. 225-228 [на азербайджанском].
2. Гасанов З.Ю. Изменение температуры и периоды осадков на территориях с высокой вероятностью опустынивания в Азербайджане // Материалы Азербайджанского географического общества. Баку, 2008. Том XIII. С. 259-267 [на азербайджанском].
3. Гусейнов Дж.С. Особенности распределения многолетнего температурного режима на территории Азербайджана // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2020. № 4 (378). С. 110-116.
4. Гусейнов Н.Ш. Синоптическая метеорология. Баку: Сада, 2011. 316 с. [на азербайджанском].
5. Гусейнов Дж.С. Особенности долгосрочных изменений температуры на южном и юго-восточном склонах Большого Кавказа // Научные труды НАНА. Баку, 2019. с. 76-78. [на азербайджанском].
6. Гусейнов Дж.С. Современные особенности изменения климата в северо-восточной части Большого Кавказского региона // Материалы международной научной конференции на тему «Актуальные проблемы современных естественных и экономических наук». Гянджа, 13-14 июня 2022 г. С. 33-37 [на азербайджанском].
7. Гусейнов Дж.С. Оценка влияния изменений климата на режим осадков Апшеронского полуострова // Труды Азербайджанского географического общества. География и природные ресурсы. Баку, 2022. № 2 (17). С. 17-23 [на азербайджанском].
8. Иманов Ф.А. Статистические методы в гидрометеорологии. Баку: МВМ, 2011. 272 с. [на азербайджанском].
9. Исмаилова Н.Н. Влияние изменений климата на температурный режим Апшеронского полуострова и его акватории // Труды Азербайджанского географического общества. География и природные ресурсы. Баку, 2023. №1 (19). С. 25-29 [на азербайджанском].
10. Махмудов Р.Н. Современные изменения климата и опасные гидрометеорологические явления. Баку: Национальная Академия Авиации, 2018. 232 с. [на азербайджанском].
11. Махмудов Р.Н., Мамедова В.И., Дадашова Ф.С. Современные изменения климата и анализ гидрометеорологических условий Азербайджана в последние годы (2021-2022) // Труды Азербайджанского географического общества. География и природные ресурсы. Баку, 2023. №1 (19). С. 3-9 [на азербайджанском].
12. Национальный атлас Азербайджанской Республики. Баку: Государственный комитет по земельным ресурсам и картографии, 2014. 444 с. [на азербайджанском].
13. Танрвердиев Х.К., Хелилов Х.А., Хелилов М.Я. и др. География Азербайджанской Республики. Физическая география. Том I. Баку: Европа, 2015. 530 с. [на азербайджанском].
14. Mammadov R.M., Safarov E.S., Safarov S.H. Study of the surface temperature regime in the Caspian Sea using drifters // ANAS Proceedings. The Sciences of Earth. 2012. №. 1. С. 55-59.
15. Safarov S., Valizadeh K.Kh., Ismayilov V., Safarov E. Detection of upwelling events in the Caspian Sea using thermal satellite image processing // International Journal of Engineering and Geosciences. 2024. Vol. 9, no. 2. P. 247-255.

16. WMO Guidelines on the Calculation of Climate Normals // WMO-No. 1203. Geneva, Switzerland, 2017. 29 p.

References

1. *Gadzhiyev A.Kh.* Analysis of the Temperature Regime of the Vegetation Period in the Kura-Araz Lowland / Materials of the Azerbaijani Geographical Society, 2015, Volume XVII, pp. 225-228 [in Azerbaijani].
2. *Gasanov Z.Yu.* Changes in Temperature and Precipitation Periods in Areas with High Probability of Desertification in Azerbaijan. Proceedings of the Azerbaijan Geographical Society, Baku, 2008. XIII, pp. 259-267 [in Azerbaijani].
3. *Guseynov J.S.* Features of the Distribution of Long-Term Temperature Regime in the Territory of Azerbaijan. Moscow, Hydrometeorological Research and Forecasts, 2020, no. 4, pp. 110-116 [in Russ.].
4. *Guseynov N.Sh.* Synoptic Meteorology. Baku, Sada, 2011, 316 p. [in Azerbaijani].
5. *Guseynov J.S.* Features of long-term temperature changes on the southern and southeastern slopes of the Greater Caucasus. Scientific Works of the National Academy of Sciences of Azerbaijan, Baku, 2019. pp. 76-78 [in Azerbaijani].
6. *Guseynov J.S.* Modern features of climate change in the northeastern part of the Greater Caucasus region. Proceedings of the international scientific conference on "Current Issues in Modern Natural and Economic Sciences", Ganja, June 13-14, 2022, pp. 33-37 [in Azerbaijani].
7. *Guseynov J.S.* Assessment of the Impact of Climate Change on the Precipitation Regime of the Absheron Peninsula. Baku, Proceedings of the Azerbaijan Geographical Society, Geography and Natural Resources, 2022, vol. 17, No. 2, pp. 17-23. [in Azerbaijani].
8. *Imanov F.A.* Statisticheskie metody v gidrometeorologii [Statistical Methods in Hydrometeorology]. Baku, MVM, 2011, 272 p. [in Azerbaijani].
9. *Ismailova N.N.* The Impact of Climate Change on the Temperature Regime of the Absheron Peninsula and Its Water Area. *Proceedings of the Azerbaijan Geographical Society, Geography and Natural Resources*, Baku, 2023, No. 1, vol. 19, pp. 25-29 [in Azerbaijani].
10. *Mahmudov R.N.* Modern Climate Changes and Hazardous Hydrometeorological Phenomena. Baku, National Aviation Academy, 2018, 232 p. [in Azerbaijani].
11. *Mahmudov R.N., Mammadova V.I., Dadashova F.S.* Modern Climate Changes and Analysis of Hydrometeorological Conditions in Azerbaijan in Recent Years (2021-2022). Proceedings of the Azerbaijan Geographical Society, Geography and Natural Resources, Baku, 2023, vol. 19, no. 1, pp. 3-9 [in Azerbaijani].
12. The National Atlas of the Republic of Azerbaijan [Atlas]. Baku, State Committee on Land Resources and Cartography, 2014, 444 p. [in Azerbaijani].
13. *Tanriverdiyev Kh.K., Khalilov Kh.A., Khalilov M.Ya. et al.* Geography of the Republic of Azerbaijan. Physical Geography [Volume I]. Baku: Europe publ., 2015, 530 p. [in Azerbaijani].
14. *Mammadov R. M., Safarov E. S., Safarov S. H.* Study of the surface temperature regime in the Caspian Sea using drifters. ANAS Proceedings. The Sciences of Earth, 2012, no. 1, pp. 55-59.
15. *Safarov S., Valizadeh K. Kh., Ismayilov V., Safarov E.* Detection of upwelling events in the Caspian Sea using thermal satellite image processing. International Journal of Engineering and Geosciences, 2024, vol. 9, no. 2, 247-255
16. *WMO-No. 1209.* WMO Guidelines on the Calculation of Climate. World Meteorological Organization, Switzerland, Geneva, 2017, № 1203, 29 p.

*Поступила 03.02.2025; одобрена после рецензирования 27.03.2025;
принята в печать 10.04.2025.*

*Submitted 03.02.2025; approved after reviewing 27.03.2025;
accepted for publication 10.04.2025.*