

Гидрометеорология и экология. 2022. № 69. С. 607—619.
Hydrometeorology and Ecology. 2022;(69):607—619.

METEOROLOGIA

Научная статья
УДК 551.582(479.24)
doi: 10.33933/2713-3001-2022-69-607-619

Анализ изменений климата на территории Азербайджана

Фарда Али оглы Иманов¹, Александр Владимирович Сикан²

¹ Бакинский государственный университет, Баку, Азербайджан, farda_imanov@mail.ru

² Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Выполнен анализ рядов среднегодовых температур воздуха и годовых сумм осадков за период с 1900 по 2018 гг. Используются данные по 6 метеорологическим станциям. Установлено, что на всей территории Азербайджана (за исключением Нахичевани) в рядах среднегодовых температур воздуха наблюдается значимый тренд на повышение. Показано, что наиболее интенсивный рост температуры начался с середины 90-х годов прошлого века. Средняя многолетняя температура воздуха на территории Азербайджана за период с 1995 по 2018 г. повысилась по сравнению с предшествующим периодом на 1,1 °С. На большей части территории Азербайджана наблюдается тенденция к снижению годовых сумм осадков. Исключение — Бакинский экономический район, где зафиксирован рост осадков.

Ключевые слова: изменение климата, температура воздуха, годовая сумма осадков, линейный тренд, стационарность рядов.

Для цитирования: Иманов Ф. А., Сикан А. В. Анализ изменений климата на территории Азербайджана // Гидрометеорология и экология. 2022. № 69. С. 607—619. doi: 10.33933/2713-3001-2022-69-607-619.

METEOROLOGY

Original article

Analysis of climate change in the territory of Azerbaijan

Farda A. Imanov¹, Alexander V. Sikan²

¹ Baku State University

² Russian State Hydrometeorological University

Summary. The analysis of the series of mean annual air temperatures and annual precipitation for the period from 1900 to 2018 has been carried out. We used data from 6 meteorological stations, evenly distributed over the territory of the republic. It has been established that throughout the territory of Azerbaijan (with the exception of Nakhichevan) a significant upward trend is observed in the series of average annual air temperatures. To assess the significance of the trend, Student's t-test was used. The significance level is

taken to be 5 %. Smoothed difference integral curves were plotted to identify breaking points in the series of mean annual air temperatures. The smoothing of the integral curves was made using the 4253H filter in the Statistica program. It is shown that the most intensive rise in temperature began in the mid-90s of the last century. The average long-term air temperature in the territory of Azerbaijan for the period from 1995 to 2018 increased by 1.1 °C compared to the previous period. This conclusion is confirmed by the long-term dynamics of air temperature changes at other meteorological stations located in various regions of Azerbaijan (Mahmudov, 2018), including mountainous regions, where these stations are located outside of settlements.

In most of the territory of Azerbaijan, there is a trend towards a decrease in annual precipitation. The exception is the Baku economic region, where an increase in precipitation has been recorded. It has been established that the average long-term value of the annual amount of precipitation in most of the territory of Azerbaijan over the past 25 years has decreased by an average of 45 mm compared to the previous period.

The revealed changes are in good agreement with the course of long-term fluctuations in the level of the Caspian Sea, in the basin of which the entire territory of Azerbaijan is located. After a significant rise in the water level that took place in 1978—1995 (2.35 m), since 1996, its intensive decline began (1.39 m in 2019).

Keywords: climate change, air temperature, annual precipitation, linear trend, stationarity of series.

For citation: Imanov F. A., Sikan A. V. Analysis of climate change in the territory of Azerbaijan. *Gidrometeorologiya i Ekologiya = Journal of Hydrometeorology and Ecology*. 2022;(69):607—619. doi: 10.33933/2713-3001-2022-69-607-619. (In Russ.).

Введение

Глобальное потепление, которое началось с 1970—80-х гг., является неоспоримым фактом и подтверждается многочисленными наблюдениями. Повысилась глобальная средняя температура воздуха и океанической воды, отмечается активное таяние ледников, повышается уровень Мирового океана. За последние 130 лет температура в мире возросла примерно на 0,85 °C [1].

По данным компьютерного моделирования, к середине XXI в. прогнозируется существенное уменьшение (до 20 %) летних осадков на средних широтах, за исключением восточной части Азии и годовых сумм осадков во многих регионах субтропического пояса. По всему Земному шару ожидается увеличение испаряемости [2].

Климатические показатели изменяются и на территории Азербайджана. Выполненные ранее исследования [3—5] показали, что по сравнению с 1961—1990 гг. в 1991—2015 гг. средняя годовая температура воздуха повысилась на 0,7 °C. Рост температуры наблюдается во всех высотных поясах страны, но наибольшее повышение температуры характерно для высот выше 1000 м.

По данным работы [4], в Азербайджане за 1991—2015 гг. годовая сумма осадков увеличилась на 11 мм. Для зоны выше 1000 м эта цифра составила всего 5 мм. За период 1986—2013 гг. уменьшились площади горных ледников Большого Кавказа на 0,04—0,17 км².

Имеются и другие оценки изменения суммарных атмосферных осадков. В работах [6, 7] указывается на уменьшение осадков (на 9,9 %) и снижение числа дней с осадками в период с 1991 по 2001 гг.

В рамках программы развития ООН (ПРООН) были выполнены исследования региональных изменений климата во всех трех странах Южного Кавказа

(Азербайджан, Армения и Грузия) с помощью моделирования [8]. В этом исследовании в качестве базовых данных использовались Вторые Национальные Сообщения к Рамочной конвенции об изменении климата, в которых были применены модели MAGICC / SCENGEN и PRECIS, и был рассмотрен сценарий A2. Согласно моделям, в 2030—2050 гг. температура на Южном Кавказе, вероятно, повысится на 1—2 °С по сравнению с периодом 1980—1999 гг. Ожидается, что с 2050 г. до конца XXI в. рост температуры составит 3—5 °С [8].

Согласно оценкам, проведенным для Второго национального сообщения Азербайджана, к 2050 г. предполагается увеличение количества осадков на 10—20 % по сравнению с периодом 1961—1990 гг. [6]. Однако, к 2100 г. температура повысится на 5 °С [9] и количество осадков уменьшится на 5—23 % [8]. К тому же территория страны очень чувствительна к климатическим изменениям.

Изменения климата влияет на режим и стоковые характеристики рек Азербайджана: уменьшается годовой сток, максимальные расходы воды весеннего половодья, увеличивается минимальный зимний сток [10, 11]. С 1996 г. быстро снижается уровень Каспийского моря, и есть основания полагать, что в ближайшие годы уровень опустится еще ниже [12—14].

Цель настоящего исследования — установление современных тенденций изменения климата и сроков начала этих изменений на территории Азербайджана путем анализа рядов среднегодовых температур воздуха и годовых сумм осадков.

Материалы и методы исследования

Для анализа изменений климата на территории Азербайджана были применены данные по 6 метеорологическим станциям (табл. 1).

Использовались ряды среднегодовых температур воздуха и годовых сумм осадков (с устраненными погрешностями) за 1900—2018 гг. Вся информация была представлена Национальной службой гидрометеорологии Министерства экологии и природных ресурсов Азербайджанской республики.

Таблица 1

Сведения о метеорологических станциях Азербайджана

Information about meteorological stations in Azerbaijan

Метеорологическая станция		Код станции (ID)	Высота, м	Широта, град.	Долгота, град.
на русском	на английском				
Баку (обсерватория)	Baku	378500-99999	5	40,350	49,833
Ленкорань	Lankaran	379850-99999	–12	38,733	48,833
Гянджа	Gandja	377350-99999	311	40,717	46,417
Закатала	Zakatala	375750-99999	490	41,667	46,650
Губа	Guba	376750-99999	552	41,367	48,517
Нахичевань	Nakhchivan	378635-99999	873	39,189	45,458

Для оценки линейных трендов в анализируемых временных рядах использовался критерий значимости выборочного коэффициента корреляции (R).

Гипотеза об отсутствии тренда не опровергалась, если выполнялось условие:

$$|R| < t_{2\alpha} \sigma_R, \tag{1}$$

где $t_{2\alpha}$ — теоретическое значение статистики Стьюдента при уровне значимости $2\alpha = 5\%$ и числе степеней свободы $n - 2$; n — длина ряда; σ_R — стандартная ошибка коэффициента корреляции, определяемая по формуле:

$$\sigma_R = \sqrt{\frac{1 - R^2}{n - 2}}. \tag{2}$$

Проверка однородности проводилась с использованием критериев Стьюдента и Фишера [11].

Для выявления точки начала климатических изменений строились сглаженные разностные интегральные кривые. Сглаживание выполнено с использованием фильтра 4253H в программе Statistica [12].

Обсуждение результатов

Температура воздуха. Как показал анализ, на всей территории Азербайджана (за исключением Нахичевани) в рядах среднегодовых температур воздуха наблюдается значимый тренд на повышение (рис. 1). Результаты проверки представлены в табл. 2.

Таблица 2

Оценка значимости линейных трендов в рядах среднегодовых температур воздуха на территории Азербайджана при уровне значимости $2\alpha = 5\%$

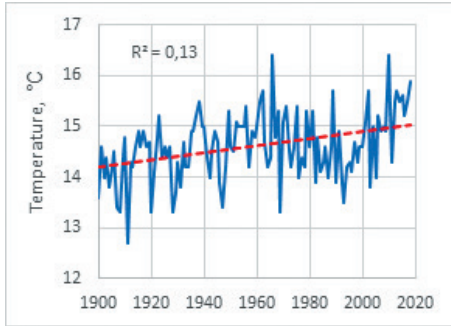
Assessment of the significance of linear trends in the series of average annual air temperatures in the territory of Azerbaijan at a significance level of $2\alpha = 5\%$

Метеорологическая станция	R	σ_R	$ R /\sigma_R$	$t_{2\alpha} = 5\%$	Значимость тренда	Интенсивность тренда, °C/10 лет
Баку (обсерватория)	0,36	0,086	4,22	1,98	да	+0,07
Ленкорань	0,29	0,089	3,23	1,98	да	+0,06
Гянджа	0,61	0,075	8,17	1,98	да	+0,17
Закагала	0,55	0,077	7,22	1,98	да	+0,13
Губа	0,73	0,063	11,7	1,98	да	+0,24
Нахичевань	0,14	0,092	1,53	1,98	нет	+0,05

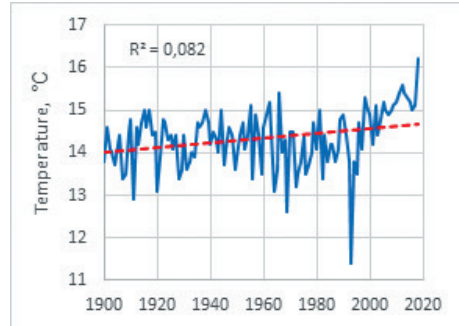
При этом наиболее интенсивный рост температуры начался с середины 90-х годов прошлого века. Этот вывод подтверждается многолетней динамикой изменения температуры воздуха и на других метеорологических станциях, расположенных в различных регионах Азербайджана [4], включая горные районы, где эти станции находятся за пределами населенных пунктов и не подвержены влиянию локальных антропогенных факторов.

Для выявления точки перелома строились сглаженные разностные интегральные кривые (рис. 2). Из графиков видно, что точки перелома приходятся на 1995—1998 гг., то есть, можно предполагать, что в различных регионах Азербайджана

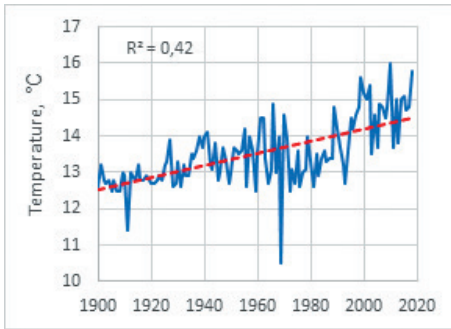
МС Баку; тренд значим при $2\alpha = 5\%$



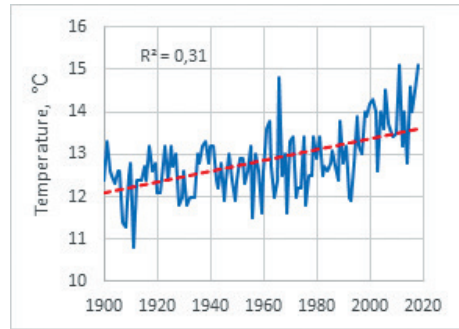
МС Ленкорань; тренд значим при $2\alpha = 5\%$



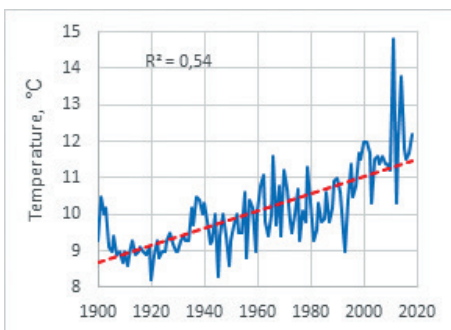
МС Гянджа; тренд значим при $2\alpha = 5\%$



МС Закагала; тренд значим при $2\alpha = 5\%$



МС Губа; тренд значим при $2\alpha = 5\%$



МС Нахичевань; тренд не значим при $2\alpha = 5\%$

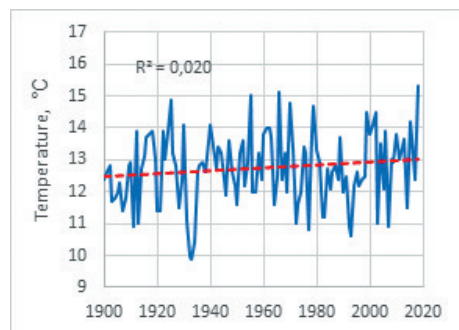


Рис. 1. Хронологические графики среднегодовых температур воздуха на территории Азербайджана.

Fig. 1. Chronological graphs of average annual air temperatures on the territory of Azerbaijan.

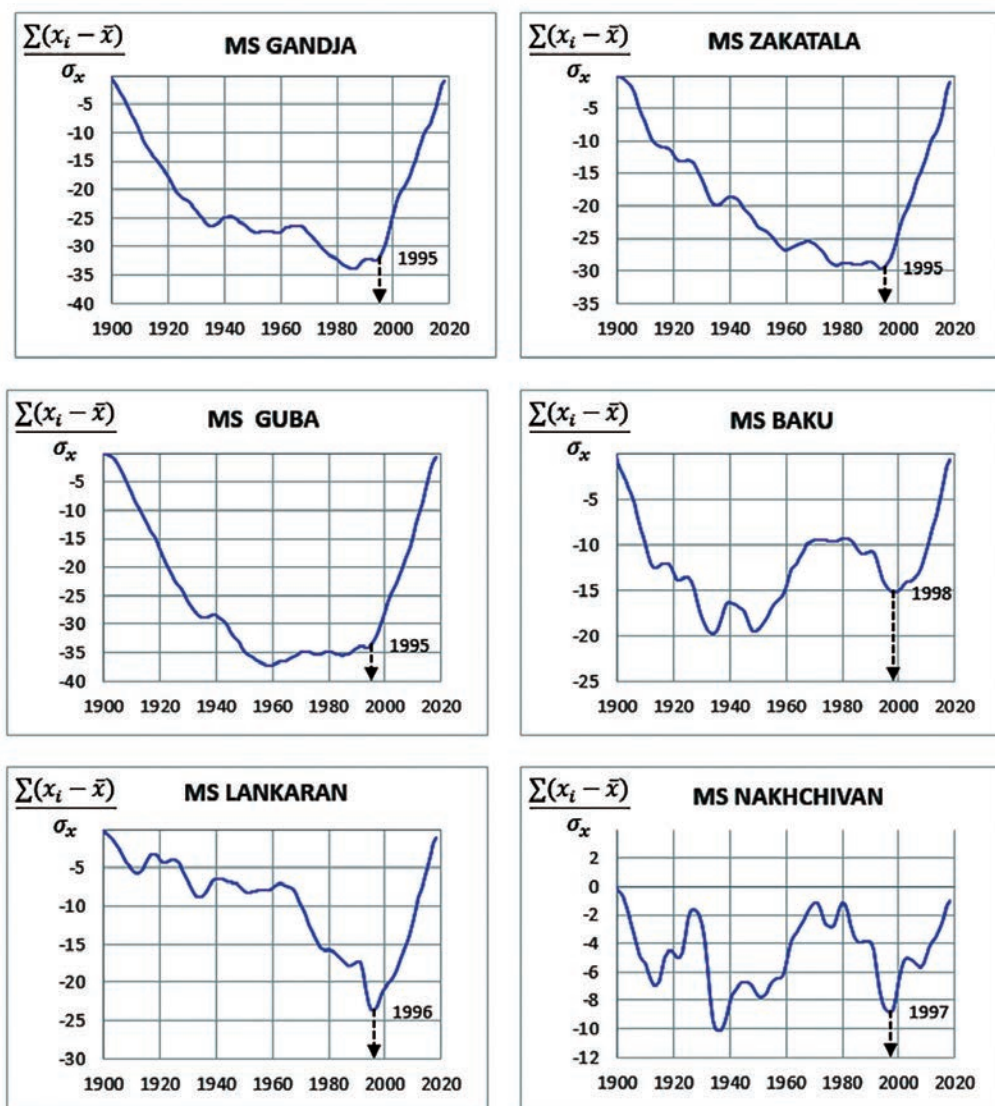


Рис. 2. Сглаженные разностные интегральные кривые среднегодовых температур воздуха на территории Азербайджана.

Fig. 2. Smoothed difference integral curves of mean annual air temperatures on the territory of Azerbaijan.

глобальное потепление начало проявляться в эти годы. Этот вывод хорошо согласуется ходом многолетних колебаний уровня Каспийского моря, в бассейне которого расположена вся территория Азербайджана. После существенного подъема

уровня воды, имевшего место в 1978—1995 гг. (2,35 м), с 1996 г. началось интенсивное его снижение (1,39 м на 2019 г.), которое сопровождается повышением температуры воздуха и уменьшением осадков во всем бассейне Каспия [17].

Средняя многолетняя температура воздуха на территории Азербайджана за период с 1995 по 2018 г. повысилась по сравнению с предшествующим периодом в среднем на 1,1 °С. При этом следует отметить, что синхронность в многолетних колебаниях температуры воздуха наблюдается только на метеорологических станциях, расположенных на севере и северо-западе республики (Гянджа, Закатала, Губа), но потепление началось на всех станциях практически одновременно.

Осадки. В настоящее время на большей части территории Азербайджана наблюдается тенденция к снижению осадков (рис. 3), но значимые отрицательные тренды выявлены только на МС Ленкорань и Губа. Исключение составляет МС Баку, где наблюдается значимый тренд на повышение. Аналогичные результаты были получены в работе [18], где отмечается, что по сравнению с предшествующим периодом (1961—1990 гг.) за последние 25 лет увеличение годовых осадков на МС Баку составило 33,4 %.

Результаты проверки рядов годовых сумм осадков на стационарность представлены в табл. 3. В табл. 4 приведены результаты проверки рядов годовых сумм осадков на однородность с использованием критериев Стьюдента и Фишера (при проверке ряды делились на две равные части).

Таблица 3

Оценка значимости линейных трендов в рядах годовых сумм осадков на территории Азербайджана при уровне значимости $2\alpha = 5\%$

Assessment of the significance of linear trends in the series of annual precipitation in the territory of Azerbaijan at a significance level of $2\alpha = 5\%$

Метеорологическая станция	R	σ_R	$ R /\sigma_R$	$t_{2\alpha=5\%}$	Значимость тренда	Интенсивность тренда, мм / 10 лет
Баку (обсерватория)	0,430	0,083	5,16	1,98	да	+9,9
Ленкорань	0,230	0,090	2,57	1,98	да	-16,6
Гянджа	0,170	0,091	1,91	1,98	нет	-2,8
Закатала	0,096	0,092	1,05	1,98	нет	-4,8
Губа	0,480	0,081	5,97	1,98	да	-14,5
Нахичевань	0,110	0,092	1,24	1,98	нет	-1,9

Таблица 4

Оценка однородности рядов годовых сумм осадков на территории Азербайджана при уровне значимости $2\alpha = 5\%$

Evaluation of the homogeneity of the series of annual precipitation in the territory of Azerbaijan at a significance level of $2\alpha = 5\%$

Метеорологическая станция	Критерий Стьюдента			Критерий Фишера		
	$ t^* $	$t_{2\alpha}$	$H_0: X_1 = X_2$	F^*	$F_{2\alpha}$	$H_0: D_1 = D_2$
Баку (обсерватория)	3,88	1,98	нет	2,45	1,68	нет

Метеорологическая станция	Критерий Стьюдента			Критерий Фишера		
	$ t^* $	$t_{2\alpha}$	$H_0: X_1 = X_2$	F^*	$F_{2\alpha}$	$H_0: D_1 = D_2$
Ленкорань	2,22	1,98	нет	1,33	1,68	да
Гянджа	0,99	1,98	да	1,33	1,68	да
Закатала	0,50	1,98	да	1,45	1,68	да
Губа	4,96	1,98	нет	1,35	1,68	да
Нахичевань	0,27	1,98	да	1,45	1,68	да

Как видно из табл. 4, для всех рядов, за исключением МС Баку, гипотеза об однородности по критерию Фишера не опровергается. По критерию Стьюдента гипотеза об однородности опровергается для трех метеорологических станций, где выявлен значимый тренд (Баку, Ленкорань, Губа).

Так же, как и для среднегодовых температур воздуха, были рассчитаны средние многолетние значения сумм годовых осадков за период с начала наблюдений по 1994 г. и за 1995—2018 гг. Результаты представлены в табл. 5. Как видно из таблицы, среднее многолетнее значение годовой суммы осадков за период с 1995 по 2018 г. уменьшилось по сравнению с предшествующим периодом в среднем на 45 мм.

Можно предположить, что уменьшение годовых осадков с 1995 по 2018 г. связано не только с глобальным потеплением климата, но и с естественно-природными колебаниями увлажненности территории, поскольку часть рядов (Гянджа, Закатала, Нахичевань) являются однородными и стационарными, но последние десятилетия приходятся на более сухой период (рис. 4).

Таблица 5

Средние многолетние значения сумм годовых осадков по МС Азербайджана

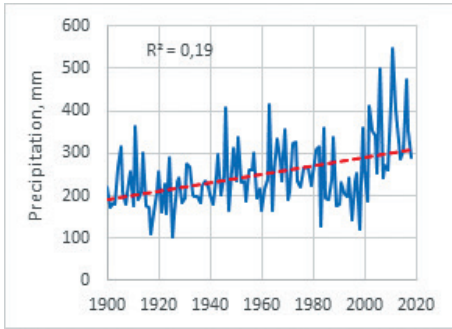
Average long-term values of the sums of annual precipitation according to the MS of Azerbaijan

Метеорологическая станция	Средняя многолетняя сумма годовых осадков, мм		Приращение, мм
	1900—1994	1995—2018	
Баку (обсерватория)	233	317	+83
Ленкорань	1201	1117	-84
Гянджа	279	256	-23
Закатала	973	941	-32
Губа	553	488	-64
Нахичевань	243	219	-24
		Среднее значение*	-45

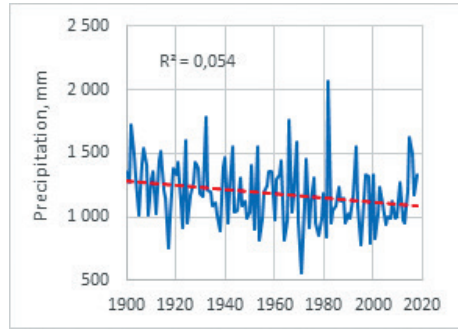
* Среднее значение рассчитано без учета данных по МС Баку.

По мнению ряда экспертов, колебания увлажненности связаны с циклической сменой характера атмосферной циркуляции и изменением траекторий движения циклонов над водосборным бассейном Каспия [19, 20].

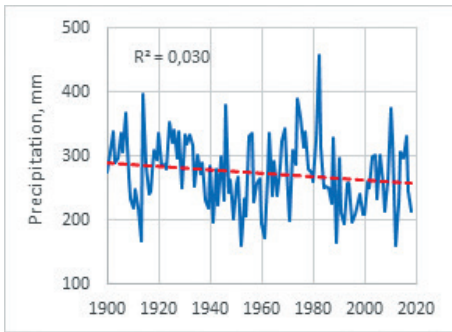
МС Баку; тренд значим при $2\alpha = 5\%$



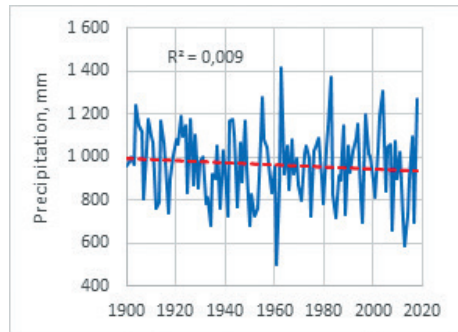
МС Ленкорань; тренд значим при $2\alpha = 5\%$



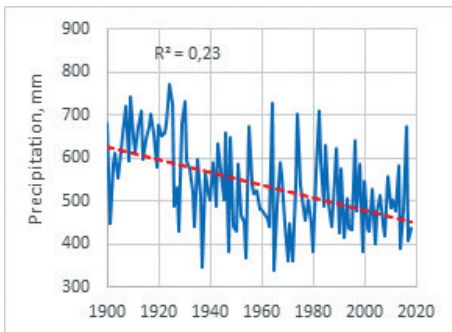
МС Гянджа; тренд не значим при $2\alpha = 5\%$



МС Закатала; тренд не значим при $2\alpha = 5\%$



МС Губа; тренд значим при $2\alpha = 5\%$



МС Нахичевань; тренд незначим при $2\alpha = 5\%$

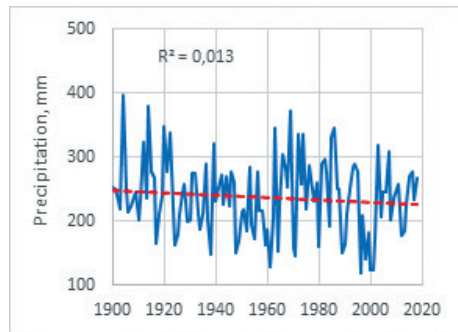


Рис. 3. Хронологические графики годовых сумм осадков на территории Азербайджана.

Fig. 3. Chronological graphs of annual precipitation in the territory of Azerbaijan.

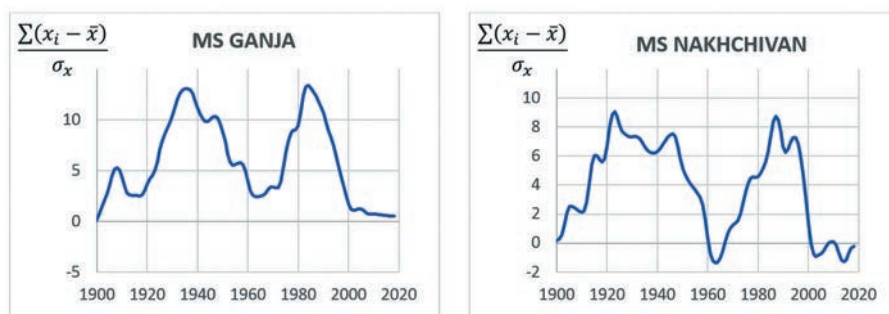


Рис. 4. Сглаженные разностные интегральные кривые годовых сумм осадков по МС Гянджа и Нахичевань.

Fig. 4. Smoothed difference integral curves of annual precipitation totals for meteorological stations Ganja and Nakhichevan.

Выводы

Результаты выполненного исследования подтверждают факт потепления климата в Азербайджане. Анализ рядов среднегодовых температур воздуха показал, что на всей территории страны (за исключением Нахичевани) наблюдается значимый тренд на повышение. Потепление начало проявляться с середины 90-х годов XX века. Средняя многолетняя температура воздуха на территории Азербайджана за период с 1995 по 2018 г. повысилась по сравнению с предшествующим периодом в среднем на 1,1 °С.

В отличие от температуры воздуха, на большей части территории Азербайджана наблюдается тенденция к снижению осадков. Установлено, что среднее многолетнее значение годовой суммы осадков за период с 1995 по 2018 г. уменьшилось по сравнению с предшествующим периодом в среднем на 45 мм.

Можно предположить, что уменьшение годовых осадков с 1995 по 2018 г. связано не только с глобальным потеплением климата, но и с естественно-природными колебаниями увлажненности территории.

Следует отметить, полученные результаты хорошо согласуются со сценарными оценками изменений климата в странах Южного Кавказа, которые были представлены в рамках исследования по программе развития ООН (ПРООН).

Список источников

1. IPCC, (2014). Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Working Group II Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 688 p.
2. IPCC, (2008): Climate Change and Water. Technical Paper. Geneva. 228 p.
3. Мамедов А. С. Современные изменения климата в Азербайджане и их прогнозирование. Баку, 2015. 271 с. (На азерб.).
4. Махмудов Р. Н. Современные изменения климата и опасные гидрометеорологические явления. Баку, 2018. 232 с. (На азерб.).

5. Taghiyeva U. R., Verdiyev R. H. Adaptation of water sector to climatic changes according to principles of IWRM // *Water problems: science and technology*. 2020. № 2 (16). P. 7—21.
6. MoENR (2010). Second National Communication to the United Nations Framework Convention on Climate Change. Ministry of Ecology and Natural Resources and Republic of Azerbaijan, Baku. URL: <http://unfccc.int/resource/docs/natc/azenc2.pdf> (Дата посещения: 15 December 2016).
7. ENVSEC, (2016). Изменение климата и безопасность на Южном Кавказе. (Региональная оценка). 66 с.
8. UNDP (2011). Regional Climate Change Impacts Study for the South Caucasus Region. United Nations Development Programme. United Nations Development Programme, Tbilisi, Georgia.
9. MoENR (2015). Third National Communication to the United Nations Framework Convention on Climate Change. Ministry of Ecology and Natural Resources and Republic of Azerbaijan, Baku. URL: <http://unfccc.int/resource/docs/natc/azenc3.pdf> (Дата посещения: 15 December 2016).
10. Алиева И. С. Пространственно-временные закономерности поверхностного и подземного стока рек Большого Кавказа // *Гидрометеорология и экология*. 2020. № 58. С. 41—48. doi: 10.33933/2074-2762-2020-58-41-48.
11. Иманов Ф. А., Алиева И. С., Нуриев А. А., Нагиев З. А. Определение экологического стока реки Алиджанчай (Азербайджан) // *Гидрометеорология и экология*. 2022. № 66. С. 42—50. doi: 10.33933/2713-3001-2022-66-42-50.
12. Малинин В. Н., Гордеева С. М. Уровень Каспийского моря как индикатор крупномасштабного влагообмена в системе «океан—атмосфера—суша» // *Труды Карельского научного центра РАН*. 2020. № 4. С. 5—20. doi: 10.17076/lim1156.
13. Гинзбург А. И., Костяной А. Г., Серых И. В., Лебедев С. А. Климатические изменения гидрометеорологических параметров Каспийского моря (1980—2020) // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2021. Т. 18, № 5. С. 277—291. doi: 10.21046/2070-7401-2021-18-5-277-291.
14. Chen J. L., Pekker T., Wilson C. R., Tapley B. D., Kostianoy A. G., Cretaux J.-F., Safarov E. S. Longterm Caspian Sea level change // *Geophysical Research Letters*. 2017. V. 44. P. 6993—7001. doi: 10.1002/2017GL073958.
15. Сикан А. В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации. СПб.: РГГМУ, 2007. 279 с.
16. Боровиков В. П., Ивченко Г. И. Прогнозирование в системе STATISTICA в среде Windows. Основы теории и интенсивная практика на компьютере. М.: Финансы и статистика, 2000. 384 с.
17. Панин Г. Н., Соломонова И. В., Выручалкина Т. Ю. Режим составляющих водного баланса Каспийского моря // *Водные ресурсы*. 2014. Т. 41, № 5. С. 488—495.
18. Сафаров С. Г., Сафаров Э. С., Гусейнов Дж. С., Исмайылова Н. Н. Современные изменения атмосферных осадков на Каспийском побережье Азербайджана // *Океанологические исследования*. 2020. Т. 48, № 1. С. 27—44. doi: 10.29006/1564-2291.JOR-2020.48(1).2.
19. Берг Л. С. Уровень Каспийского моря за историческое время // *Очерки по физической географии*. М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1949. С. 205—272.
20. Рычагов Г. И. Колебания уровня Каспийского моря: причины, последствия, прогноз // *Вестник Московского университета. Серия 5: География*. 2011. № 2. С. 4—12.

References

1. IPCC, (2014). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Working Group II Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: 688 p.
2. IPCC, (2008): *Climate Change and Water. Technical paper*. Geneva: 228 p.
3. Mamedov A. S. *Modern climate changes in Azerbaijan and their forecasting*. Baku, 2015: 271 p. (In Azerb.).
4. Makhmudov R. N. *Modern climate change and dangerous hydrometeorological phenomena*. Baku, 2018: 232 p. (In Azerb.).

5. Taghiyeva U. R., Verdiyev R. H. Adaptation of water sector to climatic changes according to principles of IWRM. *Water problems: science and technology*. 2020;2(16):7—21.
6. MoENR (2010). Second National Communication to the United Nations Framework Convention on Climate Change. Ministry of Ecology and Natural Resources and Republic of Azerbaijan, Baku. Available from: <http://unfccc.int/resource/docs/natc/azenc2.pdf> (accessed 15 December 2016).
7. ENVSEC, (2016). Climate change and security in the South Caucasus. (Regional estimate). 66 p.
8. UNDP (2011). Regional Climate Change Impacts Study for the South Caucasus Region. United Nations Development Program. United Nations Development Program, Tbilisi, Georgia.
9. MoENR (2015). Third National Communication to the United Nations Framework Convention on Climate Change. Ministry of Ecology and Natural Resources and Republic of Azerbaijan, Baku. Available from: <http://unfccc.int/resource/docs/natc/azenc3.pdf> (accessed 15 December 2016).
10. Alieva I. S. Spatial-temporary regularities of the surface and underground flows of the rivers of the Great Caucasus. *Gidrometeorologiya i Ekologiya = Hydrometeorology and Ecology*. 2020;(58):41—48. doi: 10.33933/2074-2762-2020-58-41-48. (In Russ.).
11. Imanov F. A., Aliyeva I. S., Nuriyev A. A., Nagiyev Z. A. Determination of the ecological flow of the Alijanchay river (Azerbaijan). *Gidrometeorologiya i Ekologiya = Journal of Hydrometeorology and Ecology*. 2022;(66):42—50. doi: 10.33933/2713-3001-2022-66-42-50. (In Russ.).
12. Malinin V. N., Gordeeva S. M. Caspian sea level as an indicator of large-scale moisture exchange in the ocean-atmosphere-land system. *Trudy Karelskogo nauchnogo tsentra RAN = Proceedings of the Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2020;(4):5—20. doi: 10.17076/lim1156. (In Russ.).
13. Ginzburg A. I., Kostianoy A. G., Serykh I. V., Lebedev S. A. Climatic changes in hydrometeorological parameters of the Caspian Sea (1980—2020). *Sovremennyye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa = Modern problems of remote sensing of the Earth from space*. 2021;18(5):277—291. doi: 10.21046/2070-7401-2021-18-5-277-291. (In Russ.).
14. Chen J. L., Pekker T., Wilson C. R., Tapley B. D., Kostianoy A. G., Cretaux J.-F., Safarov E. S. Longterm Caspian Sea level change. *Geophysical Research Letters*. 2017;(44):6993—7001. doi: 10.1002/2017GL073958.
15. Sikan A. V. Methods of statistical processing of hydrometeorological information. St. Petersburg: RSHU, 2007: 279 p. (In Russ.).
16. Borovikov V. P., Ivchenko G. I. *Prognozirovaniye v sisteme STATISTICA v srede Windows. Osnovy teorii i intensivnaia praktika na komp'yutere = Forecasting in the STATISTICA system in the Windows environment. Fundamentals of theory and intensive practice on the computer*. Moscow: Finance and statistics, 2000. 384 p. (In Russ.).
17. Panin G. N., Solomonova I. V., Vyruchalkina T. Yu. The regime of the components of the water balance of the Caspian Sea. *Vodnye resursy = Water resources*. 2014;41(5):488—495. (In Russ.).
18. Safarov S. G., Safarov E. S., Guseinov J. S., Ismayilova N. N. Modern changes in atmospheric precipitation on the Caspian coast of Azerbaijan. *Okeanologicheskie issledovaniia = Oceanological Research*. 2020;48(1):27—44. doi: 10.29006/1564-2291.JOR-2020.48(1.2). (In Russ.).
19. Berg L. S. The level of the Caspian Sea in historical time. *Ocherki po fizicheskoi geografii = Essays on physical geography*. Moscow–Leningrad: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 1949: 205—272. (In Russ.).
20. Rychagov G. I. Fluctuations in the level of the Caspian Sea: causes, consequences, forecast. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5: Geografiia = Moscow University Bulletin. Series 5: Geography*. 2011;(2):4—12. (In Russ.).

Информация об авторах

Фарда Али оглы Иманов, д-р геогр. наук, профессор, проректор по организации учебного процесса и технологиям обучения, Бакинский Государственный Университет, farda_imanov@mail.ru.

Александр Владимирович Сикан, канд. геогр. наук, доцент, кафедра инженерной гидрологии Российского Государственного гидрометеорологического университета, sikan07@yandex.ru.

Information about authors

Farda A. Imanov, Dr. Sci. (Geogr.), professor, Vice-rector for the organization of the educational process and learning technologies, Baku State University.

Alexander V. Sikan, PhD (Geogr. Sci.), Associate Professor, Department of Engineering Hydrology, Russian State Hydrometeorological University.

Конфликт интересов: конфликт интересов отсутствует.

Статья поступила 01.09.2022

Принята в печать 22.11.2022

The article was received on 01.09.2022

The article was accepted 22.11.2022