

Т.И.Сулейманов<sup>1</sup>, С.Г.Сафаров<sup>2</sup>, Р.Г.Рамазанов<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Национальное аэрокосмическое агентство, г. Баку, Азербайджан

<sup>2</sup>Национальная академия авиации, г. Баку, Азербайджан

<sup>3</sup>Космический исследовательский институт природных ресурсов  
им. Т.К.Исмаилова, г. Баку, Азербайджан

## ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ВЕЛИЧИН ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В ТЕПЛОМ ПЕРИОДЕ ГОДА НА СЕВЕРО-ВОСТОЧНОМ СКЛОНЕ МАЛОГО КАВКАЗА (В ПРЕДЕЛАХ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ)

---

---

**Аннотация.** Проведена оценка пространственно-временных закономерностей распределения жарких экстремумов температуры воздуха в тёплый период года на примере северо-восточного склона Малого Кавказа в пределах Азербайджана под влиянием глобальных климатических изменений. Впервые выявлены закономерности временного распределения таких показателей экстремальности температурного режима тёплого периода, как индексы летних дней и тропических ночей и тенденций их изменения за многолетний период. Среднее количество дней с теплыми днями с апреля до июля увеличивается, а затем уменьшается. Наибольшее количество теплых дней наблюдалось в равнинной части в июле (30,1-30,3 дней), а в горных районах в августе (2,7-12,5 дней). В целом наибольшее количество теплых дней отмечено в Гяндже, наименьшее – в Гей-геле. Климатические условия с тропическими ночами наблюдались только в равнинных районах. Количество дней с тропическими ночами составило: в июне 1,2-4,3 дней, в июле – 12,6-21,3 дней, в августе – 10,7-14,9 дней, в сентябре – 0,7-2,8 дней. На горных станциях также наблюдались годы с тропическими ночами (в 2001 г. 14 дней).

**Ключевые слова:** изменение климата, летние дни, тропические ночи, северо-восточный склон Малого Кавказа.



**Түйіндеме.** Азербайджан Республикасы аумағында жаһандық климаттық өзгерулер әсерінен жылдың жылы кезеңінде ауа температурасының ыстық

экстремумдары бөлінуінің кеңістікті-уақыттық заңдылықтарына бағалау жүргізілді. Алғаш рет жылы кезеңнің температуралық режимінің экстремальдығының жазғы күндер мен тропикалық түндердің индекстері және олардың көп жылғы кезеңдегі өзгерулерінің тенденциясы сияқты көрсеткіштерінің уақыттың бөліну заңдылықтары анықталды. Күндердің орташа саны жазғы күндермен сәуір айынан бастап шілдеге дейін ұзарады, одан кейін қысқарады. Жазғы күндердің ең көп саны жазықта шілдеде байқалды (30,1-30,3 күн), ал таулы аймақтарда августте (2,7-12,5 күн). Бүтіндей алғанда жазғы күндердің ең көбі Гянджде, ал ең азы – Гей-гелде байқалды. Тропикалық түндері бар климаттық жағдайлар тек жазық аудандарда байқалды. Тропикалық түндері бар күндер саны: июньде 1,2-4,3 күн, ал шілдеде 12,6-21,3 күн, августта 10,7-14,9 күн, қыркүйекте 0,7-2,8 күн болды. Жекелеген жылдары таулы станцияларда сондай-ақ тропикалық түнді күндер байқалды (2001 ж. 14 күн).

**Түйінді сөздер:** климаттың өзгеруі, жазғы күндер, тропикалық түндер, Кіші Кавказдың солтүстік-шығыс беткейлері.



**Abstract.** The estimation of spatio-temporal patterns of the distribution of the hot air temperature of the extrema in the warm season on the example of the north-eastern slope of the Lesser Caucasus within the Republic of Azerbaijan under the influence of global climate change. For the first time revealed the distribution patterns of temporary indicators such extreme temperature regimes warm period, the indices of summer days and tropical nights and their trends over many years. The average number of days from the summer days from April to July, increased further – decreases. The largest number of summer days were observed on the flat part in July (30,1-30,3 days), and in the mountainous areas in August (2,7-12,5 days). In general, the greatest number of summer days observed in Ganja, the smallest – in the Gay-gel. The climatic conditions of tropical nights were observed only in the lowland areas. The number of days with tropical nights was in June 1,2-4,3 days in July 12,6-21,3 days 10,7-14,9 days in August, in September 0,7-2,8 days. In some years, the mountain stations were also observed during tropical nights (in 2001 14 days).

**Key words:** climate change, summer days, tropical nights, the north-east part of Little Caucasus.

**Введение.** Беспрецедентно высокая скорость глобально-го потепления и изменения климата за последние десятилетия вызывает серьезную обеспокоенность в научных, хозяйственных и политических кругах мира. Многочисленные данные наблюдений показывают, что современные изменения климата являются причиной увеличения числа экстремальных явлений погоды,

возрастания неустойчивости атмосферы, увеличения интенсивности волн холода или тепла и повторяемости сильных ветров и связанных с ними опасных атмосферных явлений. Не меньшую опасность представляют сильные и продолжительные дожди, крупный град и гроза [1-3].

В этой связи изменения рассматриваются как один из ведущих факторов, которые влияют на здоровье населения и отражаются на жизни людей в различных регионах планеты. Например, по различным оценкам, в летнем сезоне 2003 г. в Западной и Центральной Европе экстремально жаркая погода явилась причиной смерти 27-40 тыс. чел., а в Париже – до 15 тыс. чел. Жаркая августовская погода того же года привела к смерти около 6 тыс. чел. в Испании и около 1300 чел. в Лиссабоне [4-10].

Таким образом, в настоящее время актуальной проблемой среды обитания человека является всесторонний и дифференциальный учет климатических условий. Можно отметить, что для лучшего и более детального понимания механизмов климатических изменений на региональном уровне необходимы более скрупулёзные исследования многолетних тенденций климатических характеристик, среди которых температура воздуха и её экстремумы являются основными индикаторами изменения климата. Все эти проблемы также актуальны для различных физико-географических регионов Азербайджанской Республики.

**Постановка задачи.** Изучение климатических изменений путем исследования экстремальных явлений погоды, аномальных лет и сезонов, поскольку эти экстремумы являются более информативными, чем их средние характеристики.

**Цель исследования** – оценка пространственно-временных закономерностей распределения жарких экстремумов температуры воздуха в тёплый период года. Они характеризуют изменчивость и экстремальность регионального климата на примере северо-восточного склона Малого Кавказа (в пределах Азербайджанской Республики) под влиянием глобальных климатических изменений.

В настоящее время для более детального исследования экстремальных климатических изменений используется большое количество индексов изменения климата [1, 12, 13] в качестве индикаторов формирования негативных условий среды обитания людей. Эти индексы разработаны в 1999 г. и рекомендованы экспертной группой по обнаружению климатических изменений, мониторингу и индексам при Комиссии по климатологии ВМО [14], Европейской оценкой климата (ЕСА), и Европейским проектом Статистического и динамического регионального уменьшения масштаба экстремумов (STARDEX EC) для исследования экстремальных температур [2, 3].

Отметим, что путем вычисления этих индексов для различных физико-географических зон можно выявить как общие тенденции, так и их пространственные различия. В данном исследовании выявлены закономерности временного распределения таких показателей экстремальности температурного режима тёплого периода, как индексы летних дней и тропических ночей [12, 13] и тенденций их изменения для северо-восточного склона Малого Кавказа за многолетний период. А также впервые выявлены пространственно-временные закономерности этих индексов в связи с изменением регионального климата. Решённая научная задача позволяет установить тот факт, что тенденция изменения температурного режима и жарких экстремальных температур воздуха в тёплое полугодие и их скорость связаны с изменениями глобального климата.

Учитывая вышесказанное, объектом данного исследования являются временные линейные тренды в рядах сезонных экстремумов приземной температуры воздуха на северо-восточном склоне Малого Кавказа. Используемые индексы экстремальности климата – летние дни и тропические ночи, которые соответственно определяются как число дней с максимальной суточной температурой  $>25\text{ }^{\circ}\text{C}$  и число дней с минимальной суточной температурой  $>20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Даны точные определения этих индексов, которые могут быть универсальными при оценке поведения экстремумов температур воздуха в любом месте земного шара [11, 12].

Расчеты проведены по суточным данным экстремальных значений температуры воздуха метеорологических станций Гянджа (309 м), Шамкир (165 м), Акстафа (331 м), Кедабек (1480 м), Дашкесан (1615 м) и Гей-гель (1607 м) за период 1971-2009 гг. Были использованы данные за теплый период года, т. е. за апрель – сентябрь.

**Обсуждение полученных результатов. Летние дни.**

На рассматриваемой территории среднее количество дней с летними температурами с апреля до июля увеличивается, а затем уменьшается (рис. 1). Эти показатели на равнинной территории составляют: 3,2-3,8 (апрель), 12,3-14,0 (май), 25,3-26,0 (июнь), 30,1-30,3 (июль), 29,4-29,6 (август) и 20,4-20,6 (сентябрь) дней. На горных территориях соответственно 0,0-0,5 (апрель), 0,0-1,1 (май), 0,8-4,9 (июнь), 3,1-11,7 (июль), 2,7-12,5 (август) и 0,5-6,6 (сентябрь) дней. Как видно, наибольшее количество летних температур наблюдалось на равнине в июле (30,1-30,3 дней), а в горных районах в августе (2,7-12,5 дней). В целом наибольшее количество летних дней отмечено в Гяндже, наименьшее – в Гей-геле.

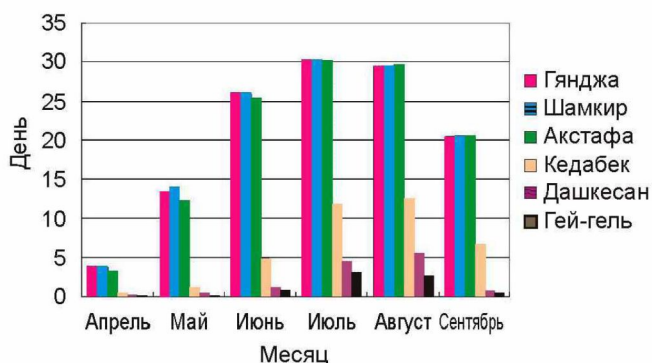


Рис. 1. Среднее число дней с летними температурами ( $T_{max} > 25 \text{ }^\circ\text{C}$ ) за период 1971-2009 гг.

Результаты многолетних тенденций изменения количества теплых дней приведены в табл. 1 и на рис. 2.

Таблица 1

**Коэффициенты корреляции линейного тренда в рядах числа летних дней ( $T_{\max} > 25^{\circ}\text{C}$ )**

Станция	Месяц					
	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь
Гянджа	0,05	-0,02	0,35	0,09	0,38	0,21
Шамкир	0,24	0,32	0,55	0,25	0,54	0,41
Актафа	0,05	0,00	0,24	0,05	0,40	0,23
Кедабек	0,35	0,31	0,48	0,36	0,59	0,54
Дашкесан	0,40	0,55	0,36	0,34	0,73	0,32
Гей-гель	0,32	-0,21	-0,05	-0,33	0,31	-0,12

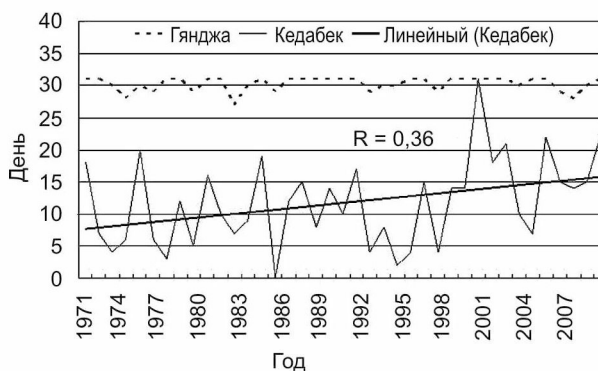


Рис. 2. Многолетняя тенденция изменения числа летних дней в июле по данным ст. Гянджа и Кедабек

Анализ многолетних тенденций изменения количества дней с летними температурами показал, что за исключением ст. Гей-гель во всех месяцах теплого периода года их число повсеместно увеличилось. В августе во всех станциях – в апреле, июле и августе в горных станциях, в мае и сентябре – в Шамкире, Кедабеке и Дашкесане, в июне – в Гяндже, Шамкире, Кедабе-

ке и Дашкесане наблюдаемое увеличение количества дней с летними днями было статистически значимым, т. е. эти изменения носили закономерный характер (в табл. 2 указаны статистически значимые коэффициенты корреляции). Для примера на рис. 2 приведен график многолетней тенденции изменения числа теплых дней по данным ст. Гянджа и Кедабек.

Таблица 2

**Тенденция изменения числа дней с летними днями ( $T_{\max} > 25^{\circ}\text{C}$ ) за период 1971-2009 гг.**

Станция	Месяц					
	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь
Гянджа	0,8	-0,4	3,9	0,4	2,3	3,9
Шамкир	3,1	5,8	7,0	1,2	4,3	8,6
Актафа	0,8	0,0	2,7	0,4	2,0	4,3
Кедабек	1,6	1,6	7,4	8,2	16,4	9,4
Дашкесан	0,4	0,8	3,1	6,2	16,4	1,2
Гей-гель	0,4	-0,4	-0,4	-4,7	3,9	-0,4

За рассматриваемый период наибольшее увеличение количества дней с летними температурами отмечено в Шамкире в мае, июне и сентябре месяцах (5,8-8,6 дней), в Кедабеке – в июне-сентябре (7,4-16,4 дней) и Дашкесане – в июле-августе (6,2-16,4 дней).

*Тропические ночи.* Как видно из рис. 3, климатические условия с тропическими ночами наблюдались только в равнинных районах северо-восточного склона Малого Кавказа. Количество дней с тропическими ночами составило: в июне 1,2-4,3, в июле 12,6-21,3, в августе 10,7-14,9, в сентябре 0,7-2,8 дней. Наибольшее значение этого показателя (21,2 дня) отмечено в июле в Шамкире, а наименьшее (0,7 дней) – в Актафе. В горных станциях также наблюдались годы с тропическими ночами. Примером может служить в 1991 г. ст. Кедабек (1 день), 2000 г. (3 дня) и 2001 г. (14 дней).

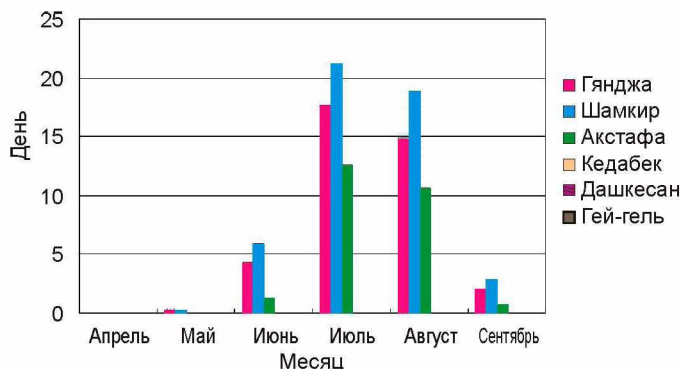


Рис. 3. Среднее число дней с тропическими ночами ( $T_{\min} > 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ) в июле за период 1971-2009 гг. (дни)

Оценка многолетних тенденций изменения количества дней с тропическими ночами показала на равнинной территории увеличение количества таких дней в августе и сентябре, а также Гяндже в июне и июле, что имело закономерный характер (табл. 3 статистически значимые коэффициенты корреля-

Таблица 3

**Коэффициенты корреляции линейного тренда в рядах числа тропических ночей ( $T_{\min} > 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ )**

Станция	Месяц					
	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь
Гянджа	0,12	0,21	0,50	0,41	0,66	0,63
Шамкир	0,00	0,22	0,30	0,16	0,59	0,46
Акстафа	0,00	0,25	0,23	0,05	0,45	0,34
Кедабек	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Дашкесан	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Гей-гель	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

ции выделены жирным шрифтом). Для примера на рис. 4 приведен график многолетней тенденции изменения числа тропических ночей по данным ст. Гянджа и ст. Кедабек.



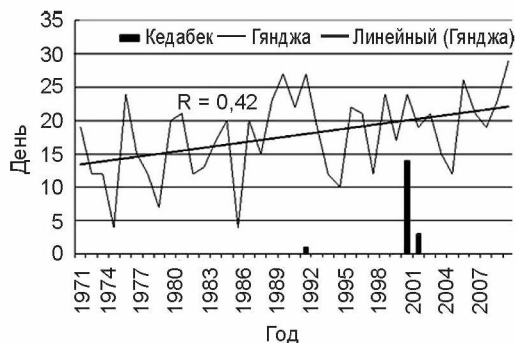


Рис. 4. Многолетняя тенденция изменения числа дней с тропическими ночами по данным ст. Гянджа и Кедабек

Таблица 4

**Тенденция изменения числа дней с тропическими ночами ( $T_{\min} > 20^{\circ}\text{C}$ ) за период 1971-2009 гг.**

Станция	Месяц					
	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь
Гянджа	0,4	0,8	7,4	9,0	17,6	5,1
Шамкир	0,0	0,8	5,1	2,3	11,7	3,9
Акстафа	0,0	0,8	1,2	0,8	10,1	1,6
Кедабек	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Дашкесан	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Гей-гель	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Наибольшее увеличение числа дней с тропическими ночами за рассматриваемый период отмечено в августе (10,1-17,6 дней), а наименьшее – в сентябре (1,6-5,1 дней) (табл. 4).

**Выводы**

В целом на северо-восточном склоне Малого Кавказа отмечается региональное потепление климата, индикатором которых является увеличение количества дней с летними температурами и тропическими ночами. Кроме того, следует отметить, что этот процесс носит сложный пространственно-временной характер.

### Список литературы

1 Оверченко А. Временные закономерности распределения экстремумов температуры воздуха в теплый период года: автореф. дис. д-ра геогр. наук. – Кишинэу, 2013. – 19 с.

2 Baldi M. Climate extremes in Italy: an assessment of current changes in precipitation and temperatures // 12th EMS Annual Meeting & 9th European Conference on Applied Climatology (ECAC). – Łódź, Poland. – 2012. – Vol. 9. – P. 206.

3 Ballester J., Douville, H., Chauvin, F. Present-day climatology and projected changes of warm and cold days in the CNRM-CM3 global climate model // Climate Dynamics. – 2009. – № 32. – P. 35-54. doi: 10.1007/s00382-008-0371-0.

4 Conti S., Meli P., Minelli G. et al. Epidemiologic study of mortality during the summer 2003 heat wave in Italy // Environmental Research. – 2005. – № 98. – P. 390-399.

5 Grize L., A. Huss O. Thommen et al. Heat wave 2003 and mortality in Switzerland // Swiss Med. Wkly. – 2005. – № 135. – P. 200-205.

6 Johnson H., R.S. Kovats, G.R. McGregor and et al. The impact of the 2003 heatwave on mortality and hospital admissions in England. Health Statistics Q. – 2005. – № 25. – P. 6-12.

7 Kovats R.S., S.J. Edwards, D. Charron and et al. Climate variability and campylobacter infection: an international study // International Journal of Biometeorology. – 2005. – № 49 (4). – P. 207-214.

8 Martens P., Huynen M.M.T.E., Schram D. and et al. The impact of heat waves and cold spells on mortality rates in the Dutch population // Environmental Health Perspectives. – 2001. – № 109. – P. 463-470.

9 Monika Nitschke, Graeme R. Tucker, Alana L. Hansen and et al. / Impact of two recent extreme heat episodes on morbidity and mortality in Adelaide, South Australia: a case-series analysis. 2011.

10 Smoyer K.E. A comparative analysis of heat waves and associated mortality in St. Louis, Missouri--1980 and 1995 //

International Journal of Biometeorology. – 1989. – № 42 (1). – P. 44-50.

11 *Vitale D., Rana, G., Soldo, P.* Trends and Extremes Analysis of Daily Weather Data from a Site in the Capitanata Plain (Southern Italy) // Italian Journal of Agronomy. – 2010. – № 5. – P. 133-143.

12 *Zhang X.* et al. Indices for monitoring changes in extremes based on daily temperature and precipitation data // WIREs Clim Change. – 2011. – nr. 2. – P. 851-870, doi: 10.1002/wcc.147.

13 Global International scienc, 2015. – [Электронный ресурс] URL: [http://cccma.seos.uvic.ca/ETCCDI/ list\\_27\\_indices\\_shtmlhttp://eca.knmi.nl/ indicesextremes/indicesdictionary.php](http://cccma.seos.uvic.ca/ETCCDI/list_27_indices_shtmlhttp://eca.knmi.nl/indicesextremes/indicesdictionary.php)

14 Climate and Ocean – Variability, Predictability and Change, International' CLIVER Project Office. – 2016. – [Электронный ресурс] URL: <http://www.clivar.org/>.

**Сулейманов Т.И.**, доктор технических наук, профессор,  
e-mail: [journal\\_anasa@yahoo.com](mailto:journal_anasa@yahoo.com)

**Сафаров С.Г.**, доктор географических наук,  
e-mail: [surxaysafarov@yandex.ru](mailto:surxaysafarov@yandex.ru)

**Рамазанов Р.Г.**, руководитель по научным делам, e-mail: [r.r\\_90@mail.ru](mailto:r.r_90@mail.ru)