© С.Г.Сафаров, Э.С.Сафаров, 2008

ГЛОБАЛЬНОЕ ПОТЕПЛЕНИЕ И ЕГО ПРОЯВЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ АЗЕРБАЙДЖАНА

С.Г.Сафаров[1], Э.С. Сафаров[2]

1 – *Национальный Департамент по Гидрометеорологии Министерства Экологии и Природных Ресурсов Азербайджанской Республики AZ1154, Баку, просп. Г.Алиева, 50 E-mail: safarov53@mail.ru*

2 – *Бакинский Государственный Университет AZ1073, Баку, ул. З.Халилова, 23*

По данным наблюдений 25 метеорологических станций за период 1961-2005 гг. исследован характер изменения температурного режима территории Азербайджана. Показано, что нынешний этап потепления начался с середины 70-х годов. Однако с середины 90-х годов темпы потепления значительно увеличились. Установлено, что за период 1991-2005 гг. среднегодовая температура воздуха в среднем по республике повысилась на 0,5 градуса, варьируя для различных регионов в пределах 03-0,8 градусов. Наибольшие потепления отмечены в январе, августе и октябре месяцах. Потепление наблюдалось во всех сезонах года, однако наибольшие аномалии отмечены летом и зимой. Показано, что на территории Азербайджана на фоне общего увеличения темпа потепления климата одновременно происходит перераспределение температурного режима по месяцам и сезонам.

Температура воздуха является важнейшей характеристикой климата, так как изменение ее статистической структуры приводит к перестройке процессов переноса тепла и влаги в атмосфере. Температура воздуха также играет важную роль в формировании условий жизнедеятельности в окружающей среде. Она является интегрирующим фактором природно-климатических особенностей того или иного района.

Как известно, в последние годы средняя температура воздуха у поверхности Земли возрастает практически во всех регионах мира.

Современная концепция потепления основывается преимущественно на воздействии антропогенных факторов. В данной концепции допускается, что повышение температуры поверхностного слоя атмосферы земли главным образом происходит под влиянием выбросов парниковых газов в атмосферу. К таким можно отнести четыре наиболее важных газа: углекислый газ (CO_2), метан (CH_4), хлорфторуглероды (ХФУ) и закись азота (N_2O).

Сторонники антропогенной теории считают, что увеличение количества углекислого газа является следствием большого количества сжигаемого углеводородного сырья и вызывает парниковый эффект, являющийся причиной изменения климата. Однако противники антропогенной теории утверждают, что основная часть парниковых газов, выбрасываемых в атмосферу, связана с природными факторами (извержение вулканов, лесные пожары и т.д.).

К антропогенным факторам также можно отнести следующие (по порядку их значения):

- Изменение альбедо и других свойств земной поверхности, обусловленное сельскохозяйственной и промышленной деятельностью человека.
- Изменение мутности атмосферы и режима облакообразования вследствие внесения в атмосферу большого количества аэрозолей при сельскохозяйственной и промышленной деятельности.

Таким образом, изменение концентрации парниковых газов и аэрозоля в атмосфере и интенсивное освоение новых земель в некоторых регионах земного шара оказывают влияние на поглощение, рассеяние и излучение тепловой радиации в климатической системе. Это в свою очередь вызывает изменения (положительные или отрицательные) глобального радиационного баланса.

Тем не менее, многие исследователи считают, что ключевым фактором является

изменение концентрации углекислого газа в атмосфере.

По данным Всемирной Метеорологической организации (ВМО) в 2005 году концентрация углекислого газа (CO_2) в атмосфере увеличилась на 35% по сравнению с доиндустриальным периодом – до 1750 года (Мелешко, 2007).

Опасения, что рост концентрации углекислого газа является главной причиной нынешнего потепления, заставили политиков принять международные соглашения (Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций (ООН) об изменениях климата 1992 г. и Киотский протокол 1999 г.) по сокращению темпов прироста выбросов этого газа в атмосферу.

Средняя глобальная температура за последние сто лет (1906–2005 гг.) выросла на 0,74±0,18°C. Средняя скорость потепления, рассчитанная для последних 50 лет (0,13±0,03°C за 10 лет), в два с половиной раза больше, чем та же величина, рассчитанная для последних ста лет. Согласно 4-му Докладу Межправительственной группы экспертов по изменению климата МГЭИК (IPCC, 2007), за последние 15 лет изменения средней глобальной температуры происходят еще большими темпами – 0,3-0,4^{o}C/15 лет. Наряду с этим в зависимости от различных физико-географических и других факторов в различных регионах изменение температурного режима приземного слоя атмосферы проявляется по-разному. Исследования, проводимые в различных регионах мира, показывают, что наибольшее повышение температуры отмечается в высоких широтах и в основном в холодное время года. Согласно 4-му Докладу МГЭИК, за последние несколько десятков лет средняя температура воздуха в арктическом бассейне увеличивалась в два раза быстрее, чем глобальная температура. На территории России потепление за последние 35 лет (1971-2005 гг.) также оказалось более резким по сравнению с глобальным: с 1951 по 1970 гг. температура выросла на 1,52° С (Мелешко, 2007).

На территории Азербайджана инструментальные наблюдения за температурой воздуха проводятся, начиная со второй половины 19-го века. Исследованию климатических особенностей, в том числе температурного режима Азербайджана, посвящены многочисленные работы, наиболее значительной из которых является монография «Климат Азербайджана» (Мадат-заде, Шыхлинский, 1968). В последние годы также проводились исследования с целью выявления характера и масштаба изменения отдельных компонентов климата, в том числе температуры воздуха (Сафаров, 2000 и другие). В работе (Сафаров, 2000) по данным наблюдений 8 метеорологических станций за период 1881-1997 гг. установлено, что на исследуемой территории, за исключением ст. Лянкяран, произошло повышение среднегодовой температуры воздуха. В различных регионах значения этого изменения оказались различными и в общем варьировали в пределах от 0,2 до 1,5 градусов. Наименьшие изменения температуры отмечены на морских и прибрежных станциях, а также на станциях восточного склона Малого Кавказа. Наиболее ощутимое потепление отмечено в зимний период, значение которого для различных регионов варьировало в пределах 0,4-3,6 градусов. В упомянутой выше работе также исследовались особенности изменения температурного режима в различные климатические периоды. В частности установлено, что в периоды первого глобального потепления 1911-1940 гг., глобального похолодания 1941-1970 гг. и второго глобального потепления на большинстве территории республики произошли значительные повышения температуры воздуха, значения которых во многом превосходят аномалии глобальной температуры.

Учитывая очевидные тенденции изменения температуры воздуха и количество выпадающих осадков, в работе (Xəlilov, Safarov, 2000) согласно рекомендациям ВМО рассчитаны новые климатические нормы за период 1961-1990 гг.

В работе (Сафаров, 2000) на основании более обширного материала путем сравнения средних температур за климатические периоды 1958-1977 и 1978-1997 гг. также исследовались возможные климатические изменения температуры воздуха. При этом установлено, что за период 1978-1997 гг. по сравнению с периодом 1958-1977 гг. произошли различные по интенсивности потепления. Однако годовые аномалии – незначительные и для различных регионов составляют 0-0,3 градуса. Наибольшие по-

вышения температуры отмечены в зимние месяцы, а в мае и частично в июне, наоборот, наблюдалось повсеместное похолодание.

Однако наряду с вышеизложенным, немалый интерес представляет исследование проявления глобальных температурных изменений последних лет (1991-2005 гг.) в масштабе территории Азербайджана.

В данной работе на основании данных наблюдений 25 гидрометеорологических станций анализируется ход изменения температуры воздуха за период 1961-2005 гг. и проводится сравнение среднегодовых, среднемесячных и среднесезонных температур за период 1991-2005 гг. с климатическими нормами (1961-1990 гг.).

С этой целью для каждого года, месяца и сезона рассчитаны средние значения температуры воздуха и их аномалии относительно климатических норм. Для каждой станции построены графики временного хода изменения аномалий температуры (рис.1). Анализ этих графиков показал, что из года в год для преобладающего большинства станций знаки аномалии температуры меняются практически синхронно, а ее величина варьирует в относительно небольших пределах. Поэтому указанные на рис. 1 картины временного хода аномалии температуры воздуха практически характерны и для остальных станций.

На значительное повышение температуры воздуха за рассматриваемый период указывает положительный линейный тренд с достаточно большим уклоном (рис. 1). Следует отметить, что, как и в других регионах мира, потепление маскируется большой естественной изменчивостью температуры: в отдельные годы наблюдались как положительные, так и отрицательные аномалии. Как видно из рисунка, наибольшие положительные аномалии отмечены в 1966, 1995, 1998, 2002 и 2005 гг., а наибольшая отрицательная аномалия – в 1969 году. Однако при осреднении за весь период 1961-2005 гг. потепление проявляется особенно отчетливо.

Как известно, линейный тренд слабо отражает межгодовую изменчивость метеорологического элемента, в том числе температуры воздуха. Поэтому для выявления закономерностей временного хода аномалий температуры воздуха, с исключением случайных ее колебаний, использован метод скользящего осреднения с периодом 11 лет (рис.1). Как видно из рисунка, нынешний период потепления начался с середины 70-х годов, однако до начала 90-х годов его темпы были относительно медленными. В этот период, несмотря на общую тенденцию слабого увеличения, в различные годы наблюдались как положительные, так и отрицательные аномалии температуры. Однако, начиная с 1995 г., наблюдались только положительные аномалии, величина которых в большинстве случаев имела относительно высокие значения. В результате этого за период 1995-2005 гг. темпы повышения температуры резко увеличились.

В табл. 1 даны среднегодовые, среднемесячные, а в табл. 2 – среднесезонные аномалии температуры для каждой станции за период 1991-2005 гг. Карта распределения среднегодовой аномалии температуры воздуха по территории иллюстрируется на рисунке 2.

Из табл. 1 следует, что за период 1991-2005 гг. среднегодовая температура воздуха в среднем по республике увеличилась на 0,5 градуса, варьируя для различных регионов в пределах 0,3-0,8 градусов. Однако для большинства станций (72 %) аномалии находились в пределах 0,4-0,6 градусов. Полученные результаты являются статистически значимыми и практически соответствуют повышению глобальной температуры, о котором было сказано в 4-ом докладе МГЕК (IPCC, 2007). На всех рассматриваемых станциях наблюдалось повышение среднегодовой температуры. Относительные ошибки при определении среднегодовых значений аномалий не превышали 7%.

Четкой зависимости величины аномалии от высоты станции не наблюдается. Как видно из рис.2, в западной части южного склона Большого Кавказа (Алибей, Загатала, Шеки) аномалия температуры составляет 0,5 градуса, однако в восточной части этого склона (ст. Огуз, Габаля) она медленно растет и в предгорьях северо-восточного склона (ст. Губа) имеет максимальное значение – 0,8 градуса. В предгорьях юго-восточного склона Большого Кавказа (ст. Алтыагадж и Мараза) отмечено относительно небольшая аномалия – 0,3-0.4 градусов. На морских и прибрежных станциях (Нефт Дашлары, Сумгайыт, Маштага и Лянкяран) аномалия температуры варьирует в пределах 0,4-0,6 градусов. В западной части север-

ного склона Малого Кавказа (Акстафа, Джейранчел) температурная аномалия составляет 0,4 градуса, однако с запада на восток ее значения постепенно растут и на ст. Гянджа достигают 0,7 градуса. На равнинных территориях (Зардаб, Джафархан, Гейчай) значения аномалии относительно высокие и варьируют в пределах 0,5-0,7 градуса. На большинстве территории Нахчыванской автономной республики (ст. Ордубад и Нахчыван) аномалия температуры минимальна – 0,3 градуса.

Вероятно, такое разнообразие распределения температурных аномалий по территории Азербайджана обуславливается особенностями физико-географического положения, характеристиками подстилающей поверхности и особенностями взаимодействия общей циркуляции атмосферы с местной орографией.

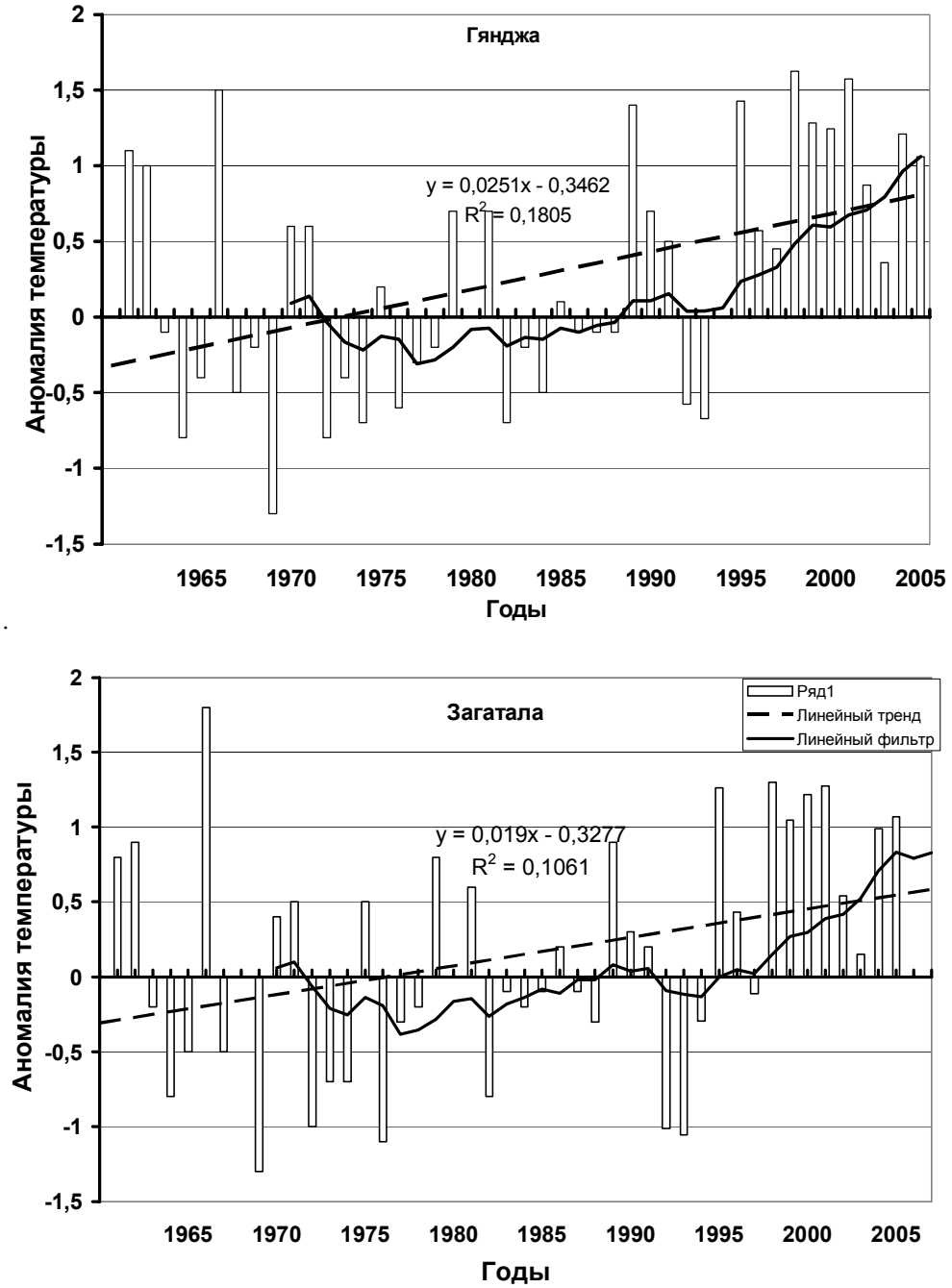


Рис. 1. Временной ход аномалии температуры воздуха по станциям Гянджа и Загатала за период 1961-2005 гг.



Рис. 2. Распределение среднегодовых аномалий температуры воздуха за период 1991-2005 гг.

Как видно из таблицы 1, за рассматриваемый период распределение аномалий температуры по месяцам имеет свои особенности и несколько отличается от предыдущих климатических периодов, исследуемых в (Сафаров, 2000). Прежде всего следует отметить, что положительные температурные аномалии отмечались не только в холодный, но и в теплый периоды года. Значительные положительные аномалии отмечены в январе, феврале, а также августе и октябре месяцах. Наибольшие положительные аномалии отмечены в августе, когда среднее по республике повышение температуры составляет 1,2 градуса, а на отдельных станциях (Гядабей, Губа) – 1,8-2,0 градусов. За счет частых значительных положительных температурных аномалий последних лет август стал наиболее жарким месяцем года для большинства станций республики, опередив в этом июль. Следует отметить, что такое значительное повышение температуры в теплый период года несколько противоречит современной концепции глобального потепления, которая предусматривает наибольшее повышение температуры в холодный период года. В марте, за исключением Нахчыванской зоны, на остальной территории также отмечено значительное потепление. В мае температурный режим относительно стабилизировался и в среднем практически не отличался от климатической нормы. В апреле, июне, июле и сентябре средняя температура повысилась на 0,3 – 0,4 градусов, а в ноябре и декабре отмечены незначительные похолодания. Как видно из табл.1, от месяца к месяцу знак и величина аномалий температуры для большинства рассматриваемых станций изменялись практически синхронно, что свидетельствует не о локальном, а макромасштабном характере температурных аномалий, т. е. об очевидном проявлении глобального потепления на рассматриваемой территории.

Изменение температуры по сезонам года также носило своеобразный характер. Потепление отмечено во всех сезонах года. Однако, как видно из табл. 2, зимой и летом температурные аномалии в среднем по республике имели наибольшие значения (0,6 и 0,7 градусов соответственно). Весенние и осенние потепления в среднем оказались близкими, 0,4 градуса. Наименьшее повышение зимней температуры отмечено на отдельных высокогорных станциях Большого и Малого Кавказа (Гырыз, Гядабей) – 0,0-0,2 и на станциях Нахчыванской зоны – 0,2-03 градуса. В остальных регионах она изменялась в пределах 0,5-1,0^{o}C. В распределениях весенних, летних и осенних аномалий температуры по территории какой-нибудь четкой закономерности не наблюдается.

Таблица 2

Средние сезонные аномалии температуры воздуха за период 1991-2005 гг.
по сравнению с климатическим периодом 1961-1990 гг.

№ п/п	Станции	Сезоны				Год
		Зима	Весна	Лето	Осень	
1	Акстафа	0,6	0,1	0,5	0,4	0,4
2	Джейранчел	0,6	0,2	0,7	0,4	0,4
3	Шамкир	0,8	0,4	0,7	0,5	0,6
4	Гянджа	1,0	0,5	0,9	0,6	0,7
5	Гядабей	0,0	0,3	1,0	0,6	0,5
6	Шеки	0,7	0,4	0,7	0,3	0,5
7	Алибей	0,5	0,3	0,5	0,5	0,5
8	Загатала	0,8	0,5	0,6	0,3	0,5
9	Огуз	0,9	0,6	1,0	0,6	0,7
10	Габаля	0,6	0,5	0,9	0,5	0,6
11	Губа	1,0	0,7	0,7	0,7	0,8
12	Гырыз	0,2	0,3	0,6	0,3	0,4
13	Хачмаз	0,6	0,4	0,7	0,4	0,5
14	Алтыагадж	0,5	0,3	0,4	0,3	0,4
15	Мараза	0,4	0,3	0,3	0,2	0,3
16	Гейчай	0,5	0,3	1,2	0,6	0,7
17	Зардаб	0,9	0,5	0,7	0,4	0,6
18	Джафархан	0,8	0,3	0,6	0,4	0,5
19	Лянкяран	0,6	0,5	0,7	0,4	0,6
20	Нефт Дашлары	0,4	0,5	0,4	0,3	0,4
21	Сумгайыт	0,5	0,4	0,2	0,3	0,4
22	Маштага	0,6	0,7	0,6	0,4	0,6
23	Шарур	0,4	0,5	0,7	0,5	0,5
24	Нахчыван	0,3	0,2	0,6	0,2	0,3
25	Ордубад	0,2	-0,1	0,5	0,4	0,3
В среднем по республике		0,6	0,4	0,7	0,4	0,5
Среднее квадратичное отклонение		0,2	0,2	0,2	0,1	0,1

Таким образом, за период 1991-2005 гг. по сравнению с предыдущими в общем по республике темпы повышения среднегодовой температуры значительно увеличились. Такое повышение в первую очередь связано с резким увеличением температуры как зимнего, так и летнего сезона. С другой стороны, неравномерное изменение температурного режима в различные месяцы и сезонные периоды свидетельствует о том, что на территории Азербайджана на фоне общего увеличения темпа потепления климата одновременно происходит перераспределение температурного режима по месяцам и сезонам.

ЛИТЕРАТУРА

МАДАТ-ЗАДЕ, А.А., ШЫХЛИНСКИЙ, Э.М. (под ред.). 1968. Климат Азербайджана. Изд. АН Аз. ССР. Баку. 343.

МЕЛЕШКО, В.П. 2007. Потепление климата: причины и последствия. *Химия и жизнь,* 4, 3.

САФАРОВ, С.Г. 2000. Современная тенденция изменения температуры воздуха и атмосферных осадков в Азербайджане. Баку. 297.

XƏLİLOV S.H, SƏFƏROV S.H. 2001.Azərbaycan Respublikasında havanın temperaturunun və atmosfer yağıntılarının aylıq və illik normaları (1961-1990). Bakı.

IPCC, 2007**.** Climate Change 2007. The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change. Fourth Assessment Report. Technical Summary.

Рецензент: член-корр. НАН Азербайджана Р.М.Мамедов