

- [27] Штильмарк Ф. Р. Формирование сети заповедников на территории РСФСР (история и перспективы) // Бюлл. МОИП, отд. биол. 1974. Т. LXXIX. Вып. 2. С. 142—151.
- [28] Шарстепанов Б. Д., Иметхенов О. А. Проблемы организации природного парка «Горная Ока» // Трансграничные особо охраняемые природные территории. Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2007. С. 204—209.
- [29] Donahoe B. A. Who Owns the Taiga? Inclusive vs. Exclusive Senses of Property among the Tozhu and Tofa of Southern Siberia // Sibirica, spring 2006 (Berghahn Journals). 2006. Vol. 5. N 1. P. 87—116.
- [30] Plumley D. White Banner of Hope: Collaboration needed to promote peace, sustainability and cultural survival // Cultural Survival Quarterly (Cambridge, MA). 2003. Vol. 27, issue 1. P. 59—61.

Иркутск
inba@irk.ru

Поступило в редакцию
22 декабря 2009 г.

Изв. РГО. 2011. Т. 143. Вып. 1

© С. С. ВЕЛИЕВ, А. С. МАМЕДОВ, Е. Н. ТАГИЕВА

ПОТЕПЛЕНИЕ ИЛИ ПОХОЛОДАНИЕ?

Введение. Исследования климатологов XX в. показали, что на протяжении этого века с определенными колебаниями происходит процесс глобального потепления, который начался во второй половине XIX в. после окончания «малого ледникового века». Данный процесс ни у кого сомнений не вызывал. Дискуссии велись лишь по частным вопросам, в том числе по определению масштаба и последствий потепления. Наиболее популярными стали катастрофические версии, согласно которым значительная часть ледников земного шара должна было растаять и затопить прибрежные области.

Совпадение потепления с резким увеличением объема выбросов различных газов в атмосферу стало восприниматься как доказательство того, что первое является следствием второго. В итоге почти 20 лет назад был принят известный Киотский протокол. Но зима 2008/09 г. оказалась холодной и очень снежной. Эта зима, а также ряд журналистских «разоблачений» привели к тому, что появились сомнения в глобальном потеплении; некоторые даже стали полностью отрицать его.

Сторонники «катастрофических» версий и отрицатели глобального потепления на первый взгляд стоят на противоположных позициях. Но и те, и другие принимают климат за застывшее «многолетнее состояние атмосферы», которое может изменяться только в одном направлении. В действительности климат постоянно находится в процессе развития и разнонаправленных изменений. Не зная закономерности процесса изменений климата, невозможно определить долю различных, в том числе и антропогенных, факторов в нем и составить более или менее точный прогноз изменения климата на ближайшее и более отдаленное будущее. Изменения климата выявлены на разных временных отрезках: геологическом, историческом и за период инструментальных наблюдений.

Геологическое время. Последняя геологическая эпоха — голоцен — наступила после последнего (вюрмского, валдайского, вислинского и др.) ледникового периода и длится, по различным мнениям, 16—8 тыс. лет. Уже в XIX в. было установлено, что его оптимум, когда климатические условия были наиболее благоприятными для развития растительности, а температуры чаще всего были максимальными, согласно схеме Блитт-Сернандера, разработанной 100 л. н., приходится на атлантический период (8—4.5 тыс. л. н.). В этот период в лесной зоне был максимум широколиственных пород и максимум древесных вне ее. Состав растительности бореала (10—8 тыс. л. н.) выглядит более «холодным».

Анализ палинологических спектров голоценовых разрезов показал следующее. По составу флора бореала действительно менее теплолюбива, чем флора атлантического периода. Но это не значит, что в бореале условия были менее теплыми. На начальном этапе потепления территория осваивалась флорой ледникового периода, которая формировала прастеппы [11], орешниковые сообщества [10] и другие, ныне отсутствующие, типы растительности. «Теплая» флора располагалась довольно далеко на юге и сразу расширить свой ареал до современных размеров не могла. Это ей удалось сделать лишь в атлантическом периоде.

Максимумы широколиственных пород в действительности в разных регионах приходятся на различные периоды. Их атлантический максимум лишь частный и не самый многочисленный случай. А максимум древесных указывает на смещение лесной границы, что на севере «определяется не только и не столько среднегодовыми температурами и количеством атмосферных осадков, сколько продолжительностью вегетационного периода, летними температурами и глубиной сезонного оттаивания мерзлых грунтов» [9].

В субтропической зоне в атлантическом периоде фиксируются не теплые, а, наоборот, довольно прохладные условия [1, 16, 18]. К настоящему времени имеется большое количество сведений, согласно которым термический максимум голоцена приходится на бореальный период (10—8 тыс. л. н.), когда фиксируются и максимальные в голоцене значения, и радиации, и концентрации CO_2 в атмосфере.

Таким образом, климат атлантического периода не был наиболее оптимальным и наиболее теплым в голоцене. Имеющиеся данные говорят об обратном. Наиболее теплым в голоцене был бореальный период — 10—8 тыс. л. н. А значит, с тех пор идет процесс похолодания, который должен привести к началу ледникового периода. Предыдущее рисс-вюрмское (микулинское) межледниковье длилось около 50 тыс. лет — 125—75 тыс. л. н. [7]. А наше «межледниковье» длится всего 16—8 тыс. лет.

Историческое время. Первые письменные сведения о Кавказе относятся ко II тыс. до н. э. Однако только с VII в. н. э. появляется достаточное для восстановления климатических условий количество сведений. Работа по анализу этих сведений только начинается [5, 20]. К настоящему времени нами выявлено по Кавказу 112 единиц информации, относящейся к VII—XVII вв. Еще 282 единицы нами собраны по более или менее близким регионам, располагавшимся в тех же широтах, — Западной, Центральной (Средней) Азии, юге Восточной Европы и Средиземноморья. Всего извлечено 394 единицы информации из 64 источников по 348 годам.

В отличие от исследователей стран Европы и Восточной Азии мы лишены длительных летописей и хроник, а также многовековых архивов, которые позволили бы на базе однотипного материала выявить изменения климатических условий на протяжении нескольких столетий. Имеющиеся географические и исторические сочинения ограничиваются небольшим отрезком времени, и климату в них уделяется мало внимания. Географы того времени характеризовали климат односложными конкретными словами — «жаркий», «холодный», «сухой», а историки упоминали метеорологические явления попутно, в связи с событиями, на которые чаще всего эти явления оказывали отрицательное воздействие. Так, в описаниях походов нередко отмечаются ливневые дожди и крепкие морозы, а в сообщениях о разрушениях, неурожаях и голоде упоминаются вызвавшие их засухи и наводнения.

Однако, собранные вместе, все эти сведения позволяют восстанавливать климатические условия прошлых веков. Описания летних сезонов показывают, что они и тогда были близки к современным. На основе подсчета количества холодных (с морозами и снегом зимой и холодами в другое время года) и влажных (с ливневыми дождями, грозами, наводнениями и селями) лет в каждом столетии начиная с VII в. и установления их процентного соотношения нами выявлено 6 периодов (см. таблицу).

VII—IX вв. Преобладание холодных и влажных лет, причем наибольшая доля холодных лет приходится на VIII в. Этим временем (VIII—IX вв.) датируется один из уровней максимума Каспийского моря, а в V—VIII вв. отмечается наступление ледников в Альпах, в VIII—IX вв. — в Тянь-Шане, в VII—IX вв. — один из экстремумов по-

Данные о холодных, сухих и влажных годах в VII—XVII вв.

Показатели	Века										
	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII
Общее число лет с данными о климате	14	19	25	36	39	41	44	32	25	26	46
Количество холодных годов	6	14	10	9	8	3	18	8	9	12	28
Их доля (%)	43	74	40	25	21	7	41	25	36	46	61
Количество сухих годов	2	3	3	10	22	17	10	9	3	1	6
Их доля (%)	14	16	12	28	56	41	23	28	12	4	13
Количество влажных годов	7	5	10	9	9	12	13	15	7	8	21
Их доля (%)	50	26	40	25	23	29	30	47	28	22	46

холодания в Карелии и Эстонии [5, 12, 14, 17]. Общим для всех отмеченных отрезков времени является VII в., который, видимо, был экстремально холодным.

X—XII вв. Максимальная доля сухих годов, причем максимум их приходится на XI в. К XI—XII вв. относится один из минимумов уровней Каспийского моря [6]. Данный период выделяется практически во всех источниках и уже давно именуется «малым климатическим оптимумом» [3, 6].

XIII в. Значительное количество холодных и влажных годов. К этому времени относятся максимальный за рассматриваемый период уровень Каспийского моря [6], нарастли́нская (историческая) стадия наступления ледников на Центральном Кавказе [13] и в Альпах [14], похолодание в Восточном Китае [19] и т. д. Этот период часто считают началом малого ледникового периода [3].

XIV и XV вв. Довольно большое количество холодных и влажных лет при малом количестве сухих. Прохладный характер этих веков нередко служит основанием для отнесения их вместе с XIII в. к малому ледниковому периоду.

XVI—середина XIX в. Большое количество холодных и влажных лет при незначительной доли сухих. Этот период выделяется по всему миру, и уже давно назван малой ледниковой эпохой. Для Каспийского моря он характеризуется последним его максимально высоким уровнем, который пришелся на конец XVIII—начало XIX в. [6].

Таким образом, за последние 1.5 тыс. лет выделяется три холодных и влажных периода, охватывающие VII—IX, XIII и XVI—XIX вв. и разделяющиеся 400—500 годами. Из «теплых» периодов хорошо выделяется лишь малый климатический оптимум. Период XIV—XV вв. был довольно прохладным. Если исходить из максимумов похолодания, которые приходятся на VIII, XIII и XVIII—первую половину XIX в., то четко выделяются 500-летние циклы. На основании этого можно предположить, что более ранние похолодания происходили в II в. до н. э. и III в. н. э.

Похолодание II в. до н. э. подтверждается тем, что к III—II относятся экспансия ледников в Альпах [3] и один из наиболее значительных экстремумов похолодания в Карелии и Эстонии [12]. К IV в. относятся сообщения о похолодании в Европе, замерзании рек Евфрата и Рейна [3], ко II—III вв. — о резком похолодании в Японии и Восточном Китае, замерзании р. Хуанхэ около Нанкина [19]. Приведенные данные позволяют похолодания второй половины I тыс. до н. э. датировать III—II вв. до н. э., а первой половины I тыс. н. э. — II—IV вв. К этим же векам относятся и периоды высокого стояния уровня Каспийского моря [6]. К выводам о 400—600-летней цикличности пришел и В. М. Труби́хин, изучая отложения Западной Туркмении [21].

Выявленные описания климатических условий и метеорологических явлений Кавказа и других регионов субтропической зоны сопоставлены нами с аналогичными явлениями северных (севернее 45° с. ш.) широт [3]. Однотипная информация выявлена по 97 годам, из них 73 описания тех же явлений в регионах, расположенные севернее

45° с. ш. Еще в 16 годах эти описания запаздывают или опережают друг друга на 1 год. И только в описаниях 8 лет (11 %) отмечается полное несовпадение.

Таким образом, установлены почти полное соответствие явлений, происходивших в историческое время в субтропических и умеренных широтах, а значит и синхронные изменения климатических условий. Согласно им, сейчас идет процесс потепления, который начался во второй половине XIX в.

Период инструментальных наблюдений. Первые исследования по выявлению периодичности в изменениях климата принадлежат Э. А. Брикнер. Он собрал обширный материал инструментальных наблюдений за период с 1700 по 1880 г. и произвел их статистическую обработку. По полученным им данным изменения температур происходят почти одновременно по всему земному шару, а амплитуда колебаний составляет в среднем около 0.8°. Э. А. Брикнер сделал вывод о наличии 35-летнего цикла (34.8 ± 7) в режиме температур, атмосферных давлений и осадков [4]. Этим исследование показали, что солнечная активность подвержена колебаниям длительностью от 7.3 до 14.6 лет, в среднем около 11 лет. В 1954 г. Эйгенсон обнаружил 5—6- и 80—90-летние циклы солнечной активности [22].

Мы для выявления периодичности в изменениях климата провели статистическую обработку данных метеорологических наблюдений методом скользящих средних. Известно, что любой ряд наблюдений можно представить в виде полипериодической функции. Однако периоды наблюдаемых рядов зачастую по длине не всегда совпадают с гармониками. Решение вопросов, связанных с периодичностью рядов, рассмотрено в работе Шустера [4]. Объектом нашего исследования явились данные метеостанций трех городов Азербайджана: Баку, Губа и Гянджа. По указанной методике последовательность состоит из синусоид с параметрами: A — амплитуда, $\hat{y}$ — среднее значение ряда, φ_i — фаза периодических колебаний, t — момент времени, λ — период. Она представлена в форме [4]:

$$y_t = \hat{y} + A_1 * \sin(2\pi * t / \lambda + \varphi_1) + A_2 * \sin(2\pi * t / \lambda + \varphi_2) + \dots + A_k * \sin(2\pi * t / \lambda + \varphi_k) + \dots$$

Обобщая результаты собственных исследований и многочисленных работ по колебаниям климата, выявляются следующие эпохи [8]:

- а) 1881—1940 гг. — интенсивное потепление,
- б) 1940—1960 гг. — процессы похолодания,
- в) 1960—2007 гг. — новое потепление.

Эта цикличность проявляется только в Северном полушарии. Анализ интегральных кривых колебаний температур по городам нашей республики также показал, что в период за 1881—1940 гг. отмечено понижение температур примерно на 0.10 °С, а за 1940—1970 гг. температура стала на 0.2 °С выше нормы. После 1971 до 1990 г. отмечено понижение примерно на 0.1 °С, затем до 2007 г. она снова стала выше нормы примерно на 0.1 °С.

Таким образом, с помощью проведенного анализа были выявлены 8-, 24-, 40-летние ритмы. После их выявления мы, аппроксимировав функции, построили графики (рис. 1). Выявленные ритмы позволяют дать прогноз температуры воздуха на ближайшие десятилетия.

На рис. 2 для Баку представлен прогноз температуры до 2100 г. Как видно из распределения вычисленных температур, они хорошо согласуются с фактическими. То же можно сказать и для станций Губы и Гянджа. Из рис. 2 видно, что начиная с 1881—1905 гг. на Губе фактические и расчетные графики по фазе противоположены. Это можно объяснить отсутствием в то время метеорологических наблюдений. А в период 1881—1920 гг. для других городов произошло понижение температур как по фактическим, так и по расчетным значениям.

До 1960 г. фактические и расчетные графики по фазе совпадают, температуры повышаются. После 1960 г. в отклонениях температур наблюдается понижение до 0.1 °С, далее — повышение, и они достигнут максимума (0.5 °С) в 2030 г. После наступит тенденция к понижению слабой амплитуды. Разница амплитуды при этом составит всего

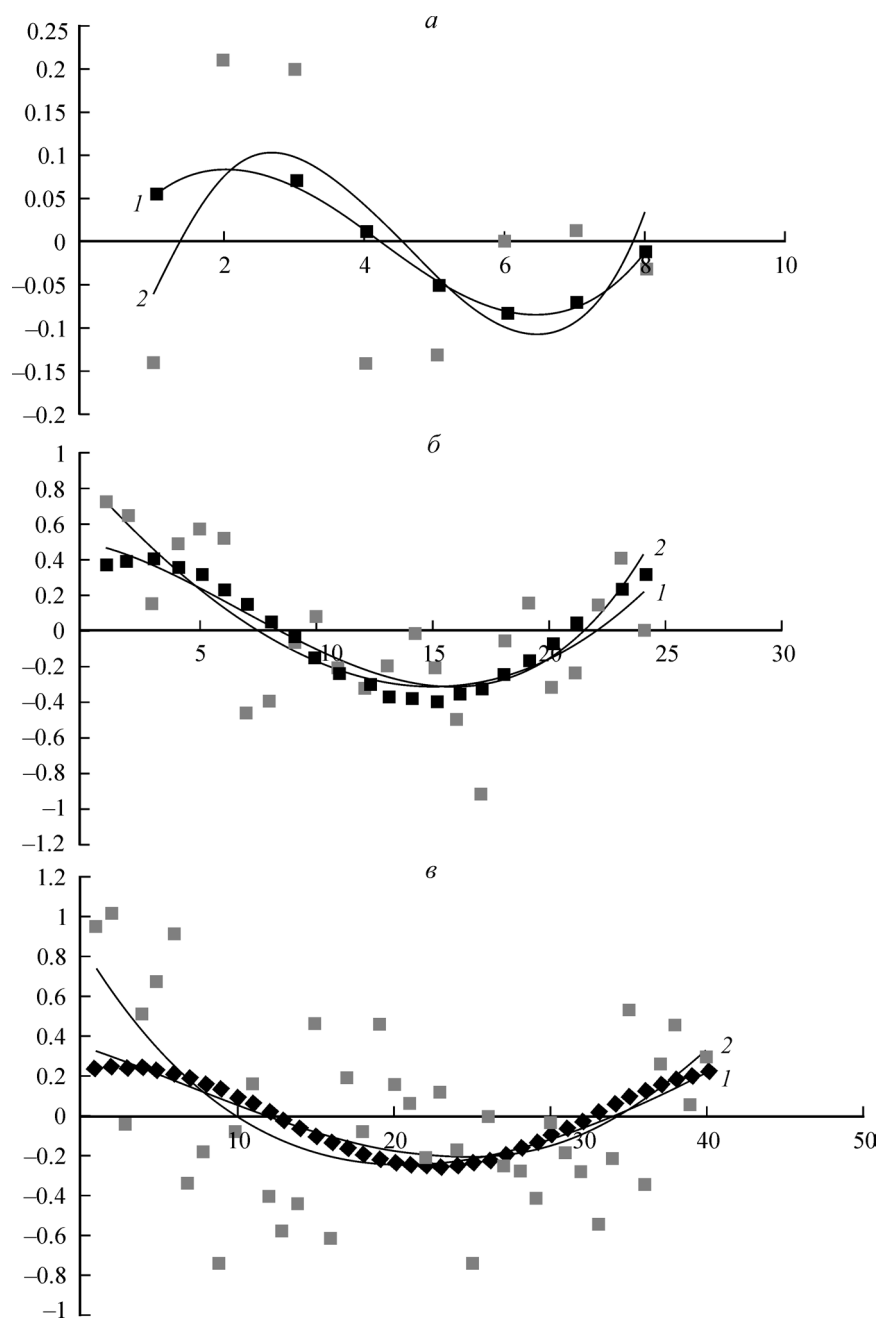


Рис. 1. Сопоставление аппроксимативных (1) трендов с фактическими данными (2).
Интервал скользящего осреднения: *a* — 8 лет, *б* — 24 года, *в* — 40 лет.

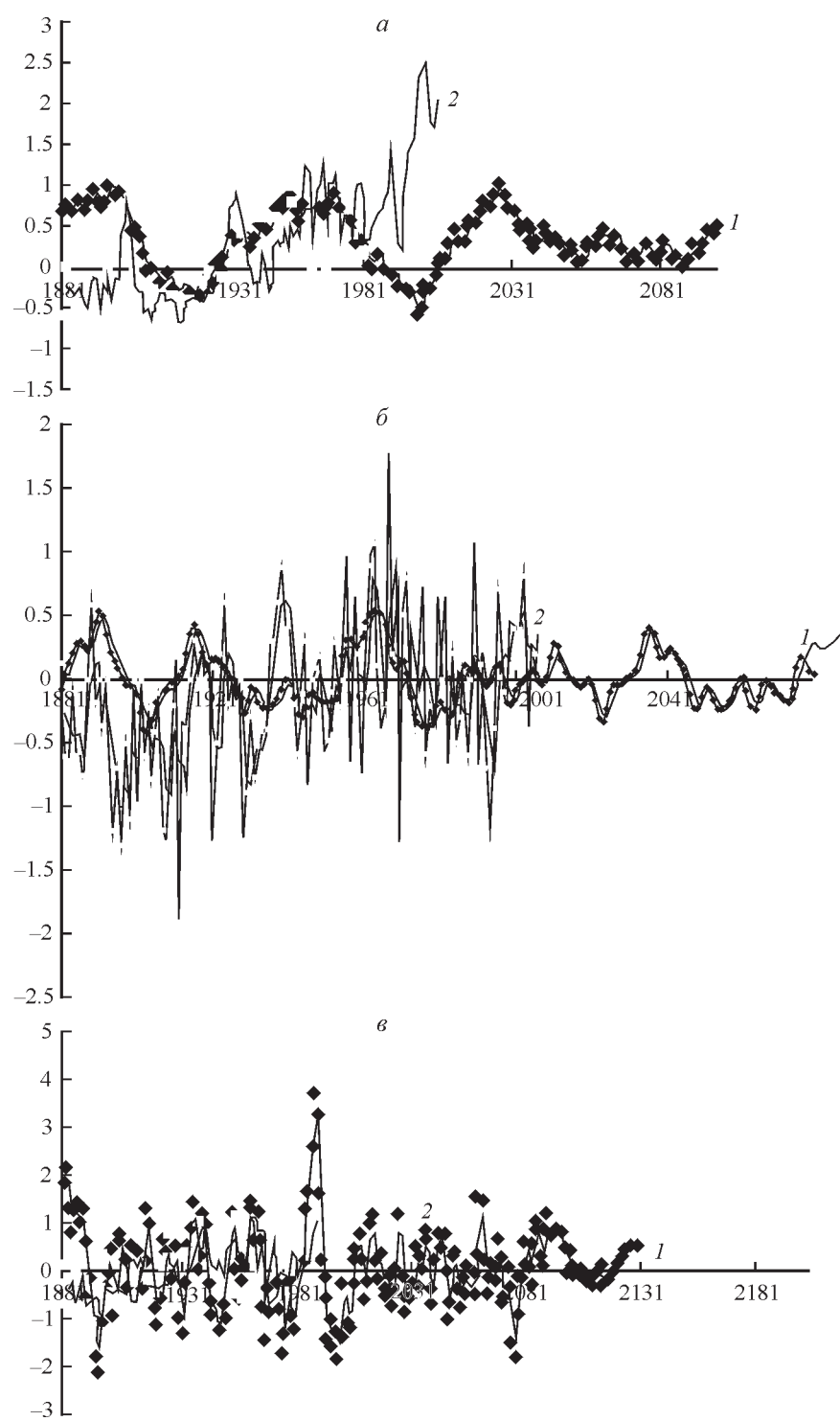


Рис. 2. Многолетние колебания температуры воздуха.
a — по Губе, *б* — по Баку, *в* — по Гяндже.
1 — вычисленные, *2* — фактические.

0.5 °С. После 1960 до 1980 г. отмечается понижение, а с 1980 до 2007 г. — повышение слабой амплитуды температур.

В целом все три графика можно использовать в качестве прогноза температуры воздуха (рис. 2). Согласно ему, с 2007 до 2025 г. ожидается резкий перепад — опускание температуры до –0.3 °С ниже нормы, с 2025 до 2040 г. — такое же, но повышение — на 0.3 °С, с 2040 до 2090 г. — опять понижение на –0.2 °С ниже нормы, а после 2090 г. — слабое повышение на 0.2°С выше нормы.

Заключение. Об однонаправленном изменении климата, точнее, температур, в будущем говорить не приходится. Если исходить из крупных циклов в тысячи и десятки тысяч лет, то мы уже давно прошли пик потепления и находимся на стадии похолодания, двигаясь к новому ледниковому периоду. В отношении же более мелких циклов — в 500 лет — происходит обратный процесс — то самое глобальное потепление, о котором сейчас часто говорят. И этот процесс вызван естественными факторами. Деятельность человека если усиливает данное потепление, то не существенно. По крайней мере на данное время.

В ближайшие 20 лет, судя по ритмам периода инструментальных наблюдений, нас ожидает похолодание, которое мы ощущаем уже сейчас. И теперь нам следует готовиться не к потеплению, а хоть к небольшому, но похолоданию.

Список литературы

- [1] *Алешинская З. В., Никонов А. А., Шумова Г. М.* Природные особенности Северного Памира и Алайской долины в конце позднего плейстоцена и голоцене (по данным спорово-пыльцевого анализа) // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1985. № 2. С. 87—94.
- [2] *Алисов Б. П., Полтараус Б. В.* Климатология. М.: Изд-во МГУ, 1974.
- [3] *Борисенков Е. П., Пасецкий В. М.* Тысячелетняя летопись необычайных явлений природы. М.: Мысль, 1988. 526 с.
- [4] *Брукс К., Карузерс Н.* Применение статистических методов в метеорологии. Л.: Гидрометеиздат, 1963.
- [5] *Велиев С. С.* Климат Азербайджана в историческом прошлом // Изв. АН Азерб. ССР. Сер. наук о Земле. 1988. № 6. С. 59—64.
- [6] *Велиев С. С.* Палеогеография Восточного Закавказья и сопредельных областей в позднем плейстоцене и голоцене. Автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. Баку, 1994. 42 с.
- [7] *Велиев С. С., Тагиева Е. Н., Алекперова Х. А., Атакишиев Р. М.* Палеогеографические условия формирования четвертичных (послеабшеронских) осадков Каспийского моря // Изв. АН Азерб. Науки о Земле. 2004. № 4. С. 195—202.
- [8] *Винников К. Я.* Чувствительность климата. Л.: Гидрометеиздат, 1986.
- [9] *Данилов И. Д., Полякова Е. И.* Палеоклимат позднего плейстоцена и голоцена севера Западной Сибири и Печорской низменности // Палеоклиматы позднеледниковья и голоцена. М., 1989. С. 145—151.
- [10] *Зеликсон Э. М.* О палеогеографической интерпретации спорово-пыльцевых спектров с большим содержанием пыльцы орешника // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1977. № 2. С. 102—112.
- [11] *Исаева-Петрова Л. С.* История луговой степи Среднерусской возвышенности в голоцене // Палинология четвертичного периода. М.: Наука, 1985. С. 168—183.
- [12] *Климанов В. А.* Цикличность и квазицикличность климатических колебаний в голоцене // Палеоклиматы позднеледниковья и голоцена. М.: Наука, 1989. С. 29—33.
- [13] *Колебания ледников и процессы моренонакопления на Центральном Кавказе.* М.: Наука, 1984. 216 с.
- [14] *Ладюри Э. Л.* История климата с 1000 года. Л.: Гидрометеиздат, 1971. 280 с.
- [15] *Мадатзаде А. А., Шихлинский Э. М.* Климат Азербайджана. Баку: Изд-во АН Азерб. ССР, 1968. 343 с.
- [16] *Мамедов А. В., Велиев С. С.* Изменение климата Восточного Закавказья в позднеледниковье и голоцене // Палеоклиматы голоцена европейской части СССР. М., 1988. С. 47—52.
- [17] *Морены — источник гляциологической информации.* М.: Наука, 1989. 236 с.
- [18] *Никонов А. А., Пахомов М. М., Романова Е. А., Сулержицкий Л. Д.* Климатический оптимум голоцена в горах Памиро-Алая // Палеоклиматы позднеледниковья и голоцена. М.: Наука, 1989. С. 122—130.
- [19] *Селиванов А. О.* Изменения климата Восточной и Центральной Азии за последние тысячелетия // Изв. РАН. Сер. геогр. 1994. № 3.

- [20] Стихийные бедствия и экстремальные явления на Ближнем и Среднем Востоке VII—XVII вв. Баку: Элм, 1990. 134 с.
- [21] *Трубихин В. М.* Палеомагнетизм и хронология климатических событий позднего голоцена Западной Туркмении // Геохронология четвертичного периода. М.: Наука, 1989.
- [22] *Эйгенсон М. С.* Очерки физико-географических проявлений солнечной активности. Львов, 1957.

Баку
seyran_sibirli@mail.ru
asger_mammadov@mail.ru
tagelena@rambler.ru

Поступило в редакцию
6 апреля 2010 года