

А. В. ШНИТНИКОВ

## ИЗМЕНЧИВОСТЬ ГОРНОГО ОЛЕДЕНЕНИЯ ЕВРАЗИИ В ПОЗДНЕ- И ПОСЛЕЛЕДНИКОВУЮ ЭПОХУ И ЕЕ АБСОЛЮТНАЯ ХРОНОЛОГИЯ

(Представлено академиком Д. В. Наливкиным 26 III 1953)

Известно, что фазы отступления вюрма происходят циклически или периодически и сопровождаются откладыванием конечных морен. При этом каждая последующая морена не достигает положения предыдущей, откладываясь несколько выше, маркируя тем самым в натуре упомянутые выше циклические или периодические фазы общего отступления. Такое положение конечных морен, равно как и ряд других признаков, дает возможность установить последовательность фаз общего уменьшения горного оледенения. Известно, наконец, что в Альпах уменьшение оледенения после максимума вюрма прошло через восемь стадий.

Л. А. Варданянц (1, 2) на основании как своих личных исследований, так и работ других крупнейших советских гляциологов (А. Л. Рейнгарт, В. П. Ренгартен, М. В. Тронов, И. М. Мягков, К. Г. Тюменцов) для Кавказа и Алтая установил такую же схему отступления вюрма и пришел к выводу о возможности полностью синхронизировать стадии его отступления для всех трех упомянутых хребтов.

Несколько лет назад (1949) нами было показано существование ритмов изменчивости увлажненности материков северного полушария, а также ряд других физико-географических явлений, продолжительностью около 1850 лет. В 1951 г. мы подтвердили существование этих ритмов на основе анализа изменчивости солнечной активности за 4000 лет, хотя их истинная природа и сейчас остается не достаточно ясной (12, 13).

Абсолютную хронологию трех последних эпох изменчивости увлажненности материков северного полушария удалось установить непосредственным анализом многочисленных физико-географических явлений. В частности, для хронологизации изменчивости горного оледенения последней эпохи (XV в. н. эры и позднее) был выполнен подробный анализ изменчивости состояния горных ледников Европы, Африки и Северной Америки и тесно связанных с ними горных альпийских проходов. Что касается предыдущих двух эпох (V—IV и XXIV—XXIII вв. до н. эры), то для них синхронизация изменчивости увлажненности и климата с изменчивостью горного оледенения установлена путем их сопоставления с изменчивостью состояния горных альпийских проходов, периодической изоляцией горных поселений, эпохами затопления свайных поселений и наводнений на горных швейцарских озерах, на основе многочисленных исторических и археологических материалов (8, 15—17), начиная с III тысячелетия до н. эры. Оказывается, что вслед за периодом наибольшего увлажнения и ухудшения климатических условий в процессе развития 1850-летнего ритма, непосредственно, но с опозданием примерно на 100 лет, следует фаза общего наступания горных ледников, после их общего предыдущего значительного отступления, причем максимум оле-

денения запаздывает на 200—400 лет в сравнении с максимальным ухудшением климатических условий (похолодание и увлажнение).

Такое совмещение во времени климатических ритмов с изменчивостью фаз горного оледенения, когда вслед за общим ухудшением климата следует общее увеличение горного оледенения (а также и экспансия океанического арктического оледенения), имеющее тесный генетический характер, дало возможность произвести сопоставление ряда элементов горного оледенения с упомянутыми 1850-летними ритмами.

Наиболее целесообразным представилось использовать для этой цели данные о депрессии снеговой границы, о высоте расположения ко-

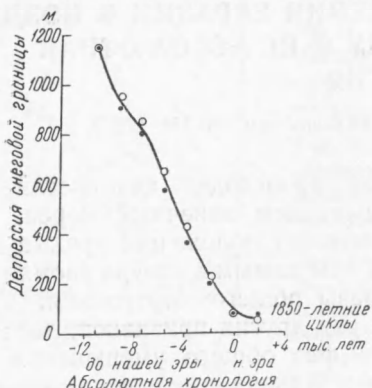


Рис. 1. Зависимость депрессии снеговой границы от 1850-летних ритмов ( $h = 916 + 92t - 87t^2 + 8,1t^3$ , где  $h$  — депрессия снеговой границы в м.  $t$  — время в номерах стадий отступления от максимальной фазы вюрма).  
● Кавказ ○ Алтай

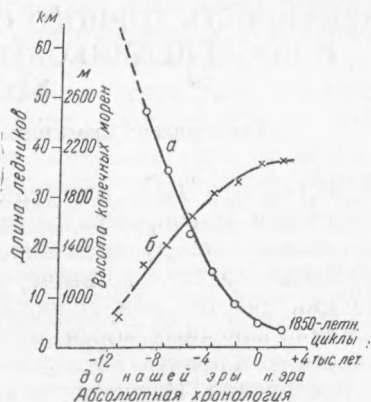


Рис. 2. Зависимость состояния ледников Алтая от 1850-летних ритмов. а — длина ледников ( $t = 0,45(t - 47)^2 - 16,4(t - 47) + 1800$ , где  $t$  — время соответствующее заданной длине ледника  $l$ ); б — высота  $h$  конечных морен ( $h = 820 + 19,3(t + 11,2) - 7,4(t + 11,2)^2$ , где  $t$  — время в абсолютной хронологии)

нечных морен и длине ледников в максимумы разных фаз общего отступления вюрмского оледенения, как элементов лучше всего изученных и наиболее достоверных.

На основе сопоставления материалов, приведенных в работах Л. А. Варданянца (1, 2), И. М. Мягкова (7), К. Г. Тюменцова (11) и М. В. Тронова (10) нами составлена сводная таблица, содержащая сведения об изменчивости состояния ледников Центрального Кавказа и Центрального Алтая, в сопоставлении с синхронными фазами отступления вюрмского оледенения в Альпах (см. табл. 1). Для Алтая приведенные в таблице сведения наиболее подробны, так как для него схема отступления вюрма разработана наиболее полно. В последней графе приведена абсолютная хронология отдельных фаз отступления вюрмского оледенения применительно к показанным нами 1850-летним ритмам изменчивости общей увлажненности материков.

На рис. 1 и 2 представлены результаты сопоставления изменчивости депрессии снеговой границы Кавказа и Алтая, высоты положения конечных морен и длины ледников с этими ритмами. Стадии «XVII—XIX вв.» хронологически отвечает последний максимум 1850-летнего ритма, за которым непосредственно последовало общее увеличение горного оледенения в северном полушарии, известное в литературе под неправильным наименованием «малого ледникового периода».

«Исторической» стадии отвечает предыдущий максимум, падающий на последние века (V—IV) до н. эры, и т. д. Те восемь стадий отступления горного оледенения, от максимума вюрма до наших дней, которые

обобщены Л. А. Варданянцем, будучи расположены на рис. 1 и 2 в хронологическом порядке, в конечном итоге указывают на то, что первая из них, с наибольшей депрессией снеговой границы и с наименьшей высотой конечных морен, т. е. стадия максимума вюрма, после которой началось его отступление, приурочена к эпохе около 11—12 тысяч лет до н. эры, или около 13—13,5 тысяч лет от нашего времени (см. также табл. 1).

Та строгоя закономерность распределения отдельных точек, которая имеет место на этих чертежах, почти без отклонений от кривых, уже сама по себе до некоторой степени является свидетельством существования физической зависимости между показанными на них явлениями. В меньшей мере таким свидетельством является и то обстоятельство, что характер связи и для Кавказа и для Альп совершенно однороден (равно как и для Тянь-Шаня по материалам Д. Н. Казанли (4)).

В особенности достоверны кривые относящиеся к высотам расположения конечных морен, так как они и поныне в большинстве случаев существуют на месте, а также и к длине ледников, так как она, в свою очередь, определяется местоположением конечных морен.

Это обстоятельство тем более примечательно, что в промежутках между опорными (по времени) точками, применительно к которым рассматриваются явления, т. е. между максимумами 1850-летних ритмов, и длина ледников и высота их конечных морен в каждый данный момент имеют иную длину и иную высоту (длина меньше, высота больше). И тем не менее к «контрольному моменту», т. е. в эпоху наибольшего размера ледников и наименьшей высоты конечных морен, они возвращаются к тем закономерным величинам, которые дают плавную кривую (рис. 2). Конечные морены, оставаясь на этих высотах, на тысячелетия маркируют в натуре состояние ледников, а также эпохи и тем самым свидетельствуют о достоверности показанных здесь закономерностей.

Таблица 1

Сравнительная таблица стадий отступления вюрмского оледенения в Альпах, на Кавказе и на Алтае

Порядок от конца	Альпы		Центральный Кавказ		Центральный Алтай				Сокращение длины ледников между стадиями, км	Длина ледников, км	Наша приближ. хронология максимуму развития стадий (общего отступления)
	Название стадий	Депрессия снеговой границы, м	Название стадий	Депрессия снеговой границы, м	Расстояние конеч. морен от соврем. ледников, км	Высоты конечных морен	Варданянц (1,2)	Тюменгов (11)			
1	Фернау	52—80	XVII—XIX вв.	40—70	0,5—0,8 1,0—1,5 1,0—1,5	1910—2270	?	?	Соврем. 2—3, 3—4 4—5,5	(0,5)	XIX в. н. эры
2	Эггесен (Эгзеен)	50—120	Историч.	70—85	до 2,5	1890—2250	?	?	2—3, 3—4 4—5,5	1—1,5	ок. нач. н. эры до н. эры
3	Даун	140—270	Аккская	156—800	6—7 (4—8)	1725—2075	1580—2050	1580—2050	7—10	5,5	1900
4	Гшиниц	320—400	Кочуринская	400—460	10—13 (до 16)	1715—1900	1400—1700	1400—1700	12—18	7—10	3700—3800
5	Бюль	500—650	Мультинская	600—700	20	1550—1780	1200—1575	1200—1575	до 23	9	800—8800
6	Аммерзе	ок. 800	Огненская	800—900	?	1280—1540	1286—1350	1286—1350	(33—37)	(10—12) ?	7400—7600
7	Шлирен	ок. 900	1-я	900—1000	?	1250 (?)	1300	1300	≥ 40—50	11	9200—9400
8	Максим. фаза вюрма	1100—1200	Максим. фаза вюрма	ок. 1150	?	730—925 (785—922)	?	?	?	?	11000—11300

Чисто географические, эмпирические формулы кривых, помещенные в диаграммах дают возможность заглянуть в будущее горного оледенения Евразии. При этом оказывается, что в следующие периоды максимума его развития (~3200 г. н. эры и ~5100 г. н. эры) высота конечных морен почти не изменится, а длина ледников в большинстве случаев сойдет к нулю, за исключением ледников, имевших в максимум вюрма длину больше 60 км. Это обстоятельство приводит к еще одному весьма интересному выводу о том, что процесс горного оледенения затухает, что горное оледенение идет к полному или почти полному исчезновению и что наше время по существу еще не послеледниковое, а позднеледниковое, так как процесс уменьшения оледенения не остановился, а продолжается.

Приведенный выше вывод о времени окончания максимума вюрма крайне интересно сопоставить с результатами, получающимися ныне при применении новейших методов анализа. В. М. Раушенбах<sup>(9)</sup> сообщает, что на основании анализа радиоактивным методом ряда органических остатков (дерево, торф?) возраст начальной стадии отступления ледникового покрова Европы (субарктический, как она отмечает) определяется в 10 800 лет. Отсюда следует, что его надо датировать ~9000 г. до н. эры. Наиболее современные определения методом радиоактивного изотопа углерода, как сообщает тот же автор, позволили определить возраст максимума оледенения Манкато в Сев. Америке в 11 тысяч лет, т. е. отнести его к ~9000 гг. до н. эры, синхронизируя его тем самым с европейским и снижая прежний возраст на 14 тысяч лет.

Следует отметить, что и в первом и во втором случае могли быть обследованы образцы не фазы максимального развития вюрма, а первой фазы его отступления. Следовательно, указанный возраст относится к нашей первой фазе, т. е. ~ на 1850 лет позднее (В. М. Раушенбах отмечает, что ее первый пример относится к субарктическому периоду, примерно отвечающему нашей первой фазе). Как видно из рис. 1 и 2, первая фаза датируется ~9300 гг. до н. эры и имеет возраст ~11 000 лет, что полностью совпадает с абсолютной хронологией, устанавливаемой другими современными методами исследований.

В заключение отметим, что методы геохронологии для времени окончания равнинного оледенения дают результаты довольно близкие с приведенными выше<sup>(6, 3, 14)</sup>.

К числу практических приложений показанных здесь закономерностей относится, среди других, возможность установления номеров стадий отступления вюрма и их абсолютной датировки на основании данных о высоте любых изученных конечных морен Кавказа и Алтая, путем использования кривых диаграммы рис. 2. В дальнейшем не представит труда распространение этой возможности и на другие хребты Евразии.

Поступило  
21 I 1953

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Л. А. Варданянц, Тр. 2-й конфер. Междунар. ассоциации по изуч. четвертич. периода в Европе, в. 2, 15 (1933). <sup>2</sup> Л. А. Варданянц, Изв. ВГО, 70, в. 3, 386 (1938). <sup>3</sup> И. П. Герасимов, К. К. Марков, Тр. Ин-та географ. АН СССР, в. 33, 462 (1939). <sup>4</sup> Д. Н. Казанли, Вестн. АН Казахск. ССР, № 6 (27), 14 (1947). <sup>5</sup> С. В. Калесник, Общая гляциология, 1939. <sup>6</sup> К. К. Марков, Тр. Комисс. по изуч. четвертич. периода, в. 4, 5 (1933). <sup>7</sup> И. М. Мягков, Вестн. Зап.-Сиб. геол. треста, в. 1, 85 (1936). <sup>8</sup> В. И. Равдоникас, История первобытного общества, 2, 1947. <sup>9</sup> В. М. Раушенбах, Природа, № 2, 102 (1952). <sup>10</sup> М. В. Тронов, Очерки оледенения Алтая, 1949. <sup>11</sup> К. Г. Тюменцов, Тр. Ледник. экспедиций 2-го МПГ, в. 6, 37 (1936). <sup>12</sup> А. В. Шнитников, Бюлл. Комисс. по исследов. Солнца, в. 3—4, 65 (1949). <sup>13</sup> А. В. Шнитников, там же, в. 7, 47 (1951). <sup>14</sup> E. Antevs, Geogr. Rev., 15, 280 (1925). <sup>15</sup> C. E. P. Brooks, Climate through the Ages, 1950. <sup>16</sup> V. G. Childe, Antiquity, No. 1 (1927). <sup>17</sup> H. G a m s, R. N o r d h a g e n, Postglaziale Klimaänderungen und Erdkrustbewegungen in Mitteleuropa, 1923.