

О.П. ЧИЖОВ

Институт географии АН СССР

ОБ ИЗМЕНЕНИЯХ СОСТОЯНИЯ АРКТИЧЕСКОГО БАССЕЙНА СО ВРЕМЕНИ МАКСИМУМА ПОСЛЕДНЕГО ОЛЕДЕНЕНИЯ

Непосредственные наблюдения за состоянием ледяного покрова Центральной Арктики имеются только со времени плавания «Фрама» в 1893-1896 гг. О состоянии льдов Арктического бассейна в более отдаленном прошлом можно судить лишь по косвенным данным. Важнейшими из них являются: 1) донные отложения; 2) развитие флоры и фауны в бассейне Северного Ледовитого океана; 3) история ледяного шельфа у северных берегов о. Элсмир; 4) отступление края Канадского (Лаврентийского) и Скандинавского материковых ледяных покровов; 5) изменения температуры поверхностных вод Атлантического океана.

То, что известно о донных отложениях Арктического бассейна, говорит о постоянстве условий их накопления за весьма продолжительное время [*Hunkins & Kutschale, 1967; Ku Ten-Lung & Broecker, 1967*]. Начало отложения верхнего слоя ила, богатого остатками фораминифер, по данным советских ученых, относится ко времени менее 10 тыс. лет тому назад [*Белов и Лапина, 1970*], по американским данным 25-30 тыс. лет назад и даже более [*Hunkins & Kutschale, 1967; Ku Ten-Lung & Broecker, 1967*]. В средней части этого слоя, возраст которой 4-6 тыс. лет (климатический оптимум голоцена), количество фораминифер наибольшее [*Белов и Лапина, 1970*]. Это свидетельствует о большем притоке тепла с атлантическими водами, но не об освобождении акватории Арктического бассейна ото льда, так как тогда заметно изменился бы механический состав отложений.

Об общем постоянстве ледовых условий в Северном Ледовитом океане и его окраинных морях на протяжении всего плейстоцена говорит и история флоры и фауны [*Толмачев и Юрцев, 1970; Гурьянова, 1970*].

Возраст ледяного шельфа о. Элсмир оценивается в 3000 лет [*Crary, 1960*], что указывает на большую ледовитость, существовавшую все это время. Предположение о том, что во время средневекового потепления (около X в. н.э.) в Арктическом бассейне растаяли все многолетние льды, маловероятно.

Естественно предположить, как это делает П.М. Борисов [*Борисов, 1970*], впервые попытавшийся восстановить ход ледовитости Арктического бассейна за последние 20 тыс. лет, что потепления, похолодания и связанные с ними уменьшения и увеличения ледовитости арктических морей и центральной части Арктического бассейна происходили одновременно с отступлениями и наступаниями материковых льдов. Последовательные положения края материковых льдов известны и датированы. Это позволяет определить и моменты времени, когда ледовитость Арктического бассейна достигала больших и малых значений. Оценить же самые значения при таком подходе затруднительно; это можно сделать, по существу, лишь произвольно.

Однако между температурой воды в Атлантике и тепловым состоянием Центральной Арктики должна существовать прямая связь. Адвекция тепла в Арктику из

низких широт осуществляется преимущественно благодаря теплomu течению Гольфстрим, зарождающемуся в экваториальной части Атлантики. С другой стороны, холодные течения выносят в Атлантику воды и льды Арктического бассейна.

По палеотемпературным исследованиям амплитуда колебаний температуры экваториальных поверхностных вод в плейстоцене была порядка 6° [Emiliani, 1955; Rosholt et al., 1961]. Для восстановления вероятных условий, определяющих ледовитость Центральной Арктики, можно воспользоваться зависимостью между температурой в экваториальной части Атлантики и Центральной Арктике.

Имеющиеся данные наблюдений приблизительно за 80 лет, к сожалению, недостаточны прежде всего из-за малой амплитуды средней годовой температуры за столь короткий промежуток времени. Автором построены графики хода средней годовой температуры на Бермудских островах (32° с.ш., 64° з.д.) и средней температуры зимы (с сентября по май) в Центральной Арктике (90° с.ш.) и корреляция между ними, представленная полем точек и средней линией связи.

Между температурой на Бермудских островах и в Центральной Арктике существует прямая зависимость, хотя и с невысоким коэффициентом корреляции. Амплитуда изменения температуры в Центральной Арктике составляет $3,5^{\circ}$, на Бермудских островах $1,5^{\circ}$ (при осреднении хода температуры по скользящим пятилетиям). Амплитуда температуры в экваториальной части Атлантики за то же время, очевидно, еще меньше, порядка 1° .

За четвертичный же период средняя многолетняя температура поверхности воды изменялась здесь от 22° в ледниковые эпохи до 28° в межледниковые [Rosholt et al., 1961].

Для построения кривой связи между значениями температуры в экваториальной части Атлантики и Центральной Арктике, охватывающей всю амплитуду колебаний температуры в четвертичный период, имеется, по существу, только одна точка, соответствующая нашему времени ($21,4^{\circ}$ на Бермудских островах и $-25,4^{\circ}$ в Центральной Арктике). Чтобы построить всю кривую нужны, по крайней мере, еще две точки. Для времени наибольшего похолодания температуру воздуха в Центральной Арктике можно оценить довольно уверенно. Современная температура воздуха в Гренландии и Центральной Арктике известна (табл. 1).

Таблица 1

Современные значения температуры воздуха (град.)

Район	Средняя температура		Средняя годовая температура
	сентябрь—май	июнь—август	
Центральная часть Гренландии (станция Айсмитте)	—35,5	—14,7	—30,2
Арктический бассейн (90° с. ш.)	—25,4	—1,6	—19,2
Разность	10,1	13,1	11,0

В прошлом, во время наибольшего похолодания, климат Гренландии был подобен современному климату Антарктиды. В Центральной части материка на высоте 3800 м (полюс относительной недоступности) средняя годовая температура равна -57° , а на высоте 3000 м, соответствующей высоте Гренландии -44° . Если принять, что разность между температурой в Гренландии и в Центральной Арктике в прошлом была такой же, как и теперь, то легко оценить ее вероятные значения (табл. 2).

Во время наибольшего потепления в середине голоцена температура могла повышаться до значений, ныне наблюдающихся на окраине Арктического бассейна между Гренландией и Шпицбергенom, т.е. до -12° в среднем за зиму. Еще более высокая

температура привела бы к полному таянию многолетних льдов, чего, по-видимому, не наблюдалось по соображениям, приведенным выше.

Таблица 2

Значения температуры воздуха (град.) во время наибольшего похолодания

Район	Средняя температура		Средняя годовая температура
	сентябрь—май	июль—август	
Центральная часть Гренландии . .	—50	—25	—44
Арктический бассейн	—40	—12	—33
Разность	10	13	11

Автором построена кривая зависимости между значениями температуры в экваториальной части Атлантики и Центральной Арктике. Пользуясь ею, по палеотемпературной кривой Эмилиани для экваториальной части Атлантики можно построить соответствующую кривую и для Центральной Арктики.

Плейстоценовая амплитуда температуры в экваториальной части Атлантики составляет 6°, в Средней Европе 14°, а Центральной Арктике 28° (на Бермудских островах соответствующая амплитуда принята равной 9°).

Таблица 3

Принятые характеристики ледовитости Арктического бассейна в зависимости от средней температуры зимы (сентябрь—май) и величины летнего таяния (по Н. Н. Зубову)

Время по палеотемпературной кривой (тыс. лет тому назад)	Средняя температура зимы (сентябрь—май), град.	Сумма градусо-дней мороза (R), град.	Летнее стаивание (ΔI), см	Предельная толщина многолетних льдов (I), м
16	—40	10 900	20	22
11	—25	6 800	50	5
9	—30	8 200	40	8
6	—12	2 300	100	0,5
2,5	—26	7 100	45	6
1	—23	6 300	60	3,5
0,3	—28	7 650	48	7
0	—25	6 800	50	5

Примечание. $I = \frac{4R}{\Delta I} - \frac{\Delta I}{2} - 25$ (см).

По температуре воздуха в Центральной Арктике, пользуясь формулой Н.Н. Зубова [Зубов, 1938; 1945], можно подсчитать предельную толщину многолетних льдов для экстремальных значений температуры по палеотемпературной кривой (табл. 3). Величины эти, разумеется, условны, но дают представление о вероятных изменениях ледовитости. Современные значения средней температуры зимы в Центральной Арктике по наблюдениям за последние 80 лет изменяются в пределах -25° ($\pm 2^\circ$). При более низкой температуре ледовитость Арктического бассейна была больше современной, при более высокой - меньше. Меньшая ледовитость могла быть во время голоценового климатического оптимума в течение 3-4 тыс. лет. Несмотря на то, что за последние 20

тыс. лет в Арктическом бассейне неизменно сохранялся более или менее сплоченный ледяной покров, площадь его распространения, толщина и объем льдов изменялись в весьма широких пределах в соответствии с климатическими изменениями в Арктике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Борисов П.М. Опыт реконструкции ледяного покрова Полярного бассейна в поздне- и послеледниковое время. Северный Ледовитый океан и его побережье в кайнозое. Гидрометеиздат, Ленинград, 1970, с. 61-70.
2. Гурьянова Е.Ф. Особенности фауны Северного Ледовитого океана и их значение для понимания истории ее формирования. Северный Ледовитый океан и его побережье в кайнозое. Гидрометеиздат, Ленинград, 1970, с. 126-161.
3. Zubov N.N. (1938). О предельной толщине морских многолетних льдов. Метеорология и гидрология, № 4.
5. Zubov N.N. (1945). Льды Арктики. М.
6. Толмачев А.И., Юрцев Б.А. История арктической флоры в ее связи с историей Северного Ледовитого океана. Северный Ледовитый океан и его побережье в кайнозое. Гидрометеиздат, Ленинград, 1970, с. 87-100.
7. Crary A.P. (1960). Arctic ice islands and ice shelf studies, p. II. Arctic, vol. 13, № 1.
8. Emiliani C. (1955). Pleistocene, temperatures. J. of Geol., vol. 63, No 6.
9. Hunkins K., Kutschale H. (1967). Quaternary sedimentation in the Arctic ocean. In: "Progress in oceanography", vol. 4, Pergamon press.
10. Ku Ten-Lung, Broecker W.S. (1967). Rates of sedimentation in the Arctic ocean. In: "Progress in Oceanography", vol. 4, Pergamon press.
11. Rosholt G.N., Emiliani C., Geiss G., Koczi F.F., Wangersky P.T. (1961). Absolute dating of deep-sea cores by the $\text{Pa}^{231}/\text{Th}^{230}$ method. J. of Geol., vol. 69, No 2.
12. Wolstedt P. (1958). Eine neue Kurve der Wiirm Eiszeit. Eiszeitalter und Gegenwart, Bd. 5.

Ссылка на статью:



Чижов О.П. Об изменениях состояния Арктического бассейна со времени максимума последнего оледенения. Северный Ледовитый океан и его побережье в кайнозое. Гидрометеиздат, Ленинград, 1970, с. 71-75.