

Н.А. БЕЛОВ

*Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт*

Н.Н. ЛАПИНА

*Научно-исследовательский институт геологии Арктики*

## **КОЛЕБАНИЯ КЛИМАТА АРКТИКИ В СВЕТЕ АНАЛИЗА ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ**

Изучение донных осадков Северного Ледовитого океана позволило авторам в первом приближении восстановить историю развития бассейна и колебание климата в Арктике за последние 150-200 тыс. лет [Белов и Лапина, 1961].

Палеоклиматическая и палеогидрологическая реконструкции основаны на изучении вещественного состава грунтовых колонок, поднятых из глубоководных котловин Арктического бассейна, где морской режим существовал непрерывно, если не с момента образования бассейна, то, по крайней мере, на протяжении весьма длительного времени.

Стратификация исследуемых осадков проведена на основании изучения их гранулометрического, минерального и химического состава более чем по 600 колонок грунта, поднятых в различных районах океана, а также на основании изучения микрофауны. В качестве опорных взяты колонки, полученные во время работы дрейфующей станции Северный полюс-7 в 1957-58 гг. (станции 2, 5-9) по профилю, пересекающему котловину Макарова, на глубинах от 2785 до 3033 м (длина грунтовых колонок от 200 до 352 см); а также грунтовая колонка мощностью 412 см, поднятая на ст. 5 в котловине Нансена с глубины 3044 м.

Изменение климата в Арктике в течение четвертичного времени происходило неоднократно, что не могло не отразиться на характере донных отложений.

Комплекс исследований вещественного состава осадков и видового состава микрофауны позволил выделить в пределах изученной мощности осадков ряд горизонтов, формировавшихся в периоды потепления и в периоды резкого похолодания климата в Арктике (рис. 1). В периоды потепления, когда климат был близок к современному или несколько теплее, на побережье Арктического бассейна в областях мобилизации осадочного материала химическое выветривание пород интенсифицировалось, и в бассейн седиментации с материковым стоком поступало большое количество осадочного материала как во взвешенном, так и в растворенном виде. Одновременный приток теплых масс воды из Атлантического и Тихого океанов создавал благоприятные условия для химического осаждения железа, марганца и карбонатов и развития фауны и флоры.

В эти периоды в глубоководных котловинах Северного Ледовитого океана формируются тонкодисперсные глинистые осадки преимущественно коричневого цвета с содержанием железа 5-7%, марганца 0,2-0,5%, карбоната кальция 5-10% и органического углерода около 1%. Для этих осадков характерно значительное количество североатлантических видов известковых фораминифер и присутствие в виде примеси каолинита, образующегося на суше в процессе выветривания горных пород в периоды потепления, и принесенного в океан материковым стоком.

В периоды похолодания в областях сноса физическое выветривание пород преобладает над химическим, материковый сток в океан резко сокращается, и поступление осадочного материала происходит преимущественно в виде взвесей. Количество растворенных веществ незначительно в связи с подавленностью химических

процессов на суше. Доступ теплых вод из Атлантического и Тихого океанов уменьшается, а в отдельные периоды времени связь с этими океанами почти прекращается. С уменьшением притока теплых вод связано почти полное отсутствие карбонатных фораминифер и осаждение незначительного количества реакционно способных железа и марганца.

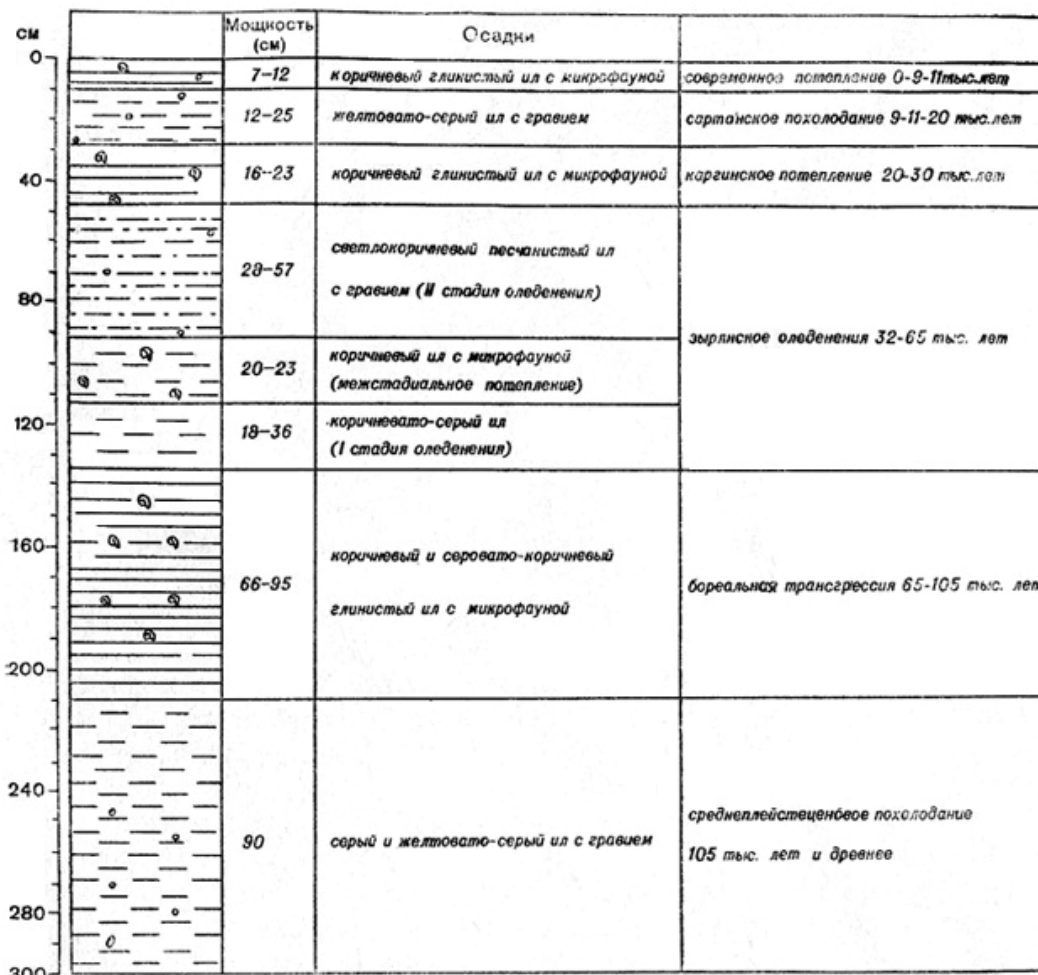


Рис. 1. Схематический сводный разрез донных отложений котловины Макарова.

В эти периоды в глубоководных котловинах формируются терригенные осадки, более грубозернистые по сравнению с осадками теплых периодов. Это преимущественно алевритовые осадки серого цвета, иногда с коричневым или желтым оттенком. Содержание железа в них около 3%, марганца - 0,2%, карбоната кальция - 5% и органического углерода - 0,2-0,5%. Фауна фораминифер отсутствует, или встречаются лишь единичные раковины. Тонкодисперсная часть осадков представлена гидрослюдой, в большом количестве присутствуют кварц и другие кластические минералы, каолинит даже в виде незначительной примеси отсутствует.

Таким образом, на основании вещественного состава осадков с достаточной степенью достоверности можно говорить о колебании климата в Арктике в антропогене. На основании мощности современных осадков, скорости их накопления и данных по содержанию радия можно предположить, что наиболее длинные грунтовые колонки вскрывают осадки, накопившиеся в течение последних 150-200 тыс. лет.

В пределах толщи осадков мощностью 350-400 см, отлагавшихся в глубоководных котловинах Северного Ледовитого океана, авторами выделены четыре горизонта осадков,

формировавшихся в условиях повсеместного похолодания в Арктике, и четыре горизонта, соответствующие потеплению климата [Белов и Лапина, 1961].

Выделенные горизонты осадков сопоставлены с соответствующими горизонтами отложений ледниковых и межледниковых эпох, выделенных на стратиграфических схемах Сибири и Аляски [Антропогенный..., 1965; Сакс, 1952].

Нижняя часть вскрытых отложений представлена глинистыми осадками гидрослюдистого состава с прослоями песка и включением гравия и мелкой гальки с незначительным содержанием железа, марганца, карбоната кальция и органического углерода. Североатлантические виды микрофауны отсутствуют. Судя по характеру отложений, они формировались в условиях сурового климата. Эти отложения, по-видимому, следует отнести к верхам среднего плейстоцена. Формирование их закончилось 105 тыс. лет тому назад.

Большой фактический материал по геологии четвертичных отложений Арктики, полученный за последние десять лет, свидетельствует о совпадении среднеплейстоценового оледенения в Сибири с трансгрессией Арктического бассейна [Антропогенный..., 1965; Загорская, 1961]. Данные, имеющиеся в нашем распоряжении, недостаточны для решения этого вопроса.

Выше по разрезу располагаются осадки, формировавшиеся в теплое межледниковое время (бореальная трансгрессия), разграничивающее средне- и верхнеплейстоценовое оледенения. В это время увеличилась глубина океана, на что указывает отложение тонкодисперсных осадков. Береговая линия отодвинулась на юг. Теплые атлантические воды широким фронтом вливались в Арктический бассейн, что подтверждается обилием в осадках микрофауны североатлантического вида. Климат, судя по растительности на суше, отличался высокими летними температурами и относительной сухостью [Сакс, 1952], что нашло отражение и в характере отлагавшихся в этот период осадков. Осадки отличаются тонкой дисперсностью с повышенным содержанием железа, марганца, карбоната кальция и органического углерода, с примесью каолинита и включением североатлантических видов микрофауны. Судя по составу осадков, трансгрессия была повсеместной.

Продолжительность этого периода около 40 тыс. лет.

На осадках бореальной трансгрессии залегают верхнеплейстоценовые отложения, сформировавшиеся в период зырянского оледенения. Одновременно с оледенением на суше наблюдалась регрессия моря. Береговая линия отступила далеко на север и располагалась на теперешних глубинах в Баренцевом, Карском морях, и в море Лаптевых на глубине около 200 м, в Восточно-Сибирском и Чукотском морях на глубине 80-100 м [Антропогенный..., 1965; Куликов и Мартынов, 1961]. Формирование осадков происходило в условиях обмеления бассейна, что подтверждается уменьшением степени дисперсности осадков. Климат стал суровым. Содержание в осадках железа, марганца, карбоната кальция и органического углерода уменьшилось, североатлантические виды микрофауны отсутствуют. Судя по строению осадков Арктического бассейна, зырянское оледенение имело две стадии. Так, в средней части описываемого горизонта прослеживается слой осадков с повышенным содержанием железа, марганца, органического углерода и карбоната кальция, появляется микрофауна, что свидетельствует о межстадиальном потеплении. Общая продолжительность всего периода около 33 тыс. лет.

Выше залегают осадки, которые отлагались в течение каргинского потепления. Условия их формирования близки к условиям, существующим в настоящее время. Потепление климата в это время подтверждается вещественным составом донных осадков, в которых отмечается повышенное содержание железа и марганца и примесь каолинита. Происходит широкий водообмен между Северным Ледовитым и Атлантическим океанами, что фиксируется обилием в осадках североатлантического комплекса микрофауны и значительным содержанием карбоната кальция. Отложение на

сравнительно грубодисперсных осадках зырянского времени тонкодисперсных глинистых осадков указывает на углубление бассейна и отступление береговой линии на юг. Судя по дисперсности осадков, глубина была меньше, чем в межледниковое время. Потепление было непродолжительным - 10-12 тыс. лет, так как мощность осадков этого времени сравнительно небольшая.

На осадках каргинского века расположены осадки, отлагавшиеся во время сартанского похолодания - ими завершается разрез верхнеплейстоценовых отложений. Судя по гранулометрическому составу этих осадков, значительного обмеления бассейна не происходило. Однако береговая линия располагалась несколько севернее, чем в период предшествующего потепления. На вопрос, было ли сартанское оледенение самостоятельным, наши данные не дают ответа. Однако наличие устойчивого повсеместного похолодания в пределах Арктического бассейна подтверждается выдержанностью соответствующего похолодания слоя осадков. Общий объем растворенных веществ, поступающих с материковым стоком, в бассейне, видимо, уменьшился, так как в донных осадках заметно уменьшилось содержание основных химических компонентов (железа, марганца карбоната кальция). Продолжительность этого периода небольшая - около 10 тыс. лет.

После сартанского похолодания наступил современный период потепления, во время которого отлагались преимущественно глинистые осадки коричневого цвета с повышенным содержанием железа, марганца, карбоната кальция и значительным содержанием северо-атлантических видов известковых фораминифер.

Но в эти последние 9-11 тыс. лет (голоцен) наблюдались некоторые изменения климата Арктики и колебание ледовитости Северного Ледовитого океана, что, очевидно, связано с изменениями в поступлении теплых атлантических вод в Арктический бассейн. Океанологами отмечено, что напор атлантических вод в современную эпоху не постоянен - происходит то некоторое усиление, то спад в их поступлении в Арктический бассейн. По данным В.В. Панова и А.О. Шпайхера, атлантические воды приносят в Арктический бассейн ежегодно  $276 \cdot 10^{15}$  ккал тепла [*Панов и Шпайхер, 1963*]. Изменение климата в голоцене не могло не отразиться и на вещественном составе осадков. По большинству колонок весьма ясно выделяется климатический оптимум, наблюдавшийся от 6,5 до 4,5 тыс. лет назад. В осадках он выразился общим увеличением содержания микрофауны и основных химических компонентов и ясно выраженной темнокоричневой и коричневой окраской. Учитывая скорость накопления глинистых осадков в глубоководных котловинах равную 0,95-1,5 см в тысячу лет, мощность осадков, отложившихся за этот период, должна составлять всего 2-3 см. Прослой такой малой мощности трудно проследить в пределах глубоководной части океана, поэтому их корреляцию авторы не производили. Такую корреляцию следует провести в осадках арктических морей, где скорость накопления осадков в несколько раз больше.

Датировка выделенных горизонтов дана весьма приближенно, так как данных по абсолютному возрасту отложений суши и донных осадков явно недостаточно для их синхронизации и корреляции местных стратиграфических схем.

Сделанное В.А. Зубаковым [*Зубаков, 1965*] сопоставление данных абсолютного возраста отложений, полученных различными методами, позволяет установить сравнительно хорошую сходимость в оценке возраста лишь конца последнего межледниковья и начала верхнеплейстоценового оледенения - от 58 до 78 тыс. лет назад. Эти цифры согласуются с данными Расхольта по определению возраста сангомонского горизонта донных осадков Атлантического океана протактиниевоиониевым методом (65-100 тыс. лет назад) и данными о времени наступления зырянского похолодания (65 тыс. лет назад), полученные авторами в 1961 г. при изучении осадков Северного Ледовитого океана [*Белов и Лапина, 1961*].

Таким образом, датировка начала последнего оледенения в Арктике (65-70 тыс. лет назад) является наиболее обоснованной. Датировки, полученные для начала последнего

межледниковья и начала среднеплейстоценового оледенения и более древних периодов похолодания и потепления, расходятся на 50, 90 и более тыс. лет. Поэтому расхождения в оценке разными авторами длительности плейстоцена составляют от 250 тыс. лет до 1 млн. лет.

Изучение строения донных осадков по вертикальному разрезу подтверждает, что в течение плейстоцена и голоцена происходило неоднократное изменение климата и гидрологического режима Арктического бассейна. Изменение мощности осадков определенного вещественного состава указывает на различную продолжительность периодов потепления и похолодания в Евразийском и Амеразийском суббассейнах и на некоторое смещение этих периодов во времени. Так, холодный период, соответствующий зырянскому оледенению, в Евразийском суббассейне наступил раньше, чем в Амеразийском. Последующее потепление (каргинского времени) также отмечено раньше в Евразийском суббассейне. Следующее затем похолодание наступило сначала в Амеразийском суббассейне, а послеледниковый период начался в Амеразийском суббассейне 10-11 тыс. лет тому назад, в Евразийском – 9-10 тыс. лет назад.

Исследование в дальнейшем грунтовых колонок большей мощности даст надежный материал для установления колебаний климата в Арктике и в более отдаленные времена, а детальное изучение вещественного состава верхних слоев осадков арктических морей поможет установить климатические ритмы в недалеком прошлом.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Белов Н.А., Лапина Н.Н. (1961). Донные отложения Арктического бассейна. Л.
2. Антропогенный период в Арктике и Субарктике (1965). Труды НИИГА, т. 143.
3. Сакс В.Н. (1952). Опыт восстановления истории развития Сибири в четвертичный период. В сб. «Материалы по четвертичному периоду», вып. 3. М.
4. Загорская Н.Г. (1961). Особенности плейстоценовых оледенений Северо-Западной Сибири в свете новых данных. Тр. ВСЕГЕИ, новая сер., т. 64.
5. Куликов Н.Н., Мартынов В.Т. (1961). [О древних береговых линиях на дне Карского моря](#). Тр. Ин-та геологии АН ЭССР, т. 8.
6. Панов В.В., Шнайхер А.О. (1963). Влияние арктических вод на некоторые черты гидрологического режима Арктического бассейна и сопредельных морей. Океанология, т. 3, вып. 4.
7. Зубаков В.А. (1965). Ледниковая история Аляски в свете проблем геохронологии плейстоцена. Изв. АН СССР, сер. геогр., № 3.

**Ссылка на статью:**



**Белов Н.А., Лапина Н.Н. Колебания климата Арктики в свете анализа донных отложений. Северный Ледовитый океан и его побережье в кайнозое. Гидрометеиздат, Ленинград, 1970, с. 27-33.**