

УДК 551.79.022.2:563.1(268-191.2)

Л.В.ПОЛЯК

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО МИКРОФАУНЕ И СТРАТИГРАФИИ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПОДНЯТИЯ МЕНДЕЛЕЕВА, АРКТИЧЕСКИЙ БАССЕЙН

Производится стратиграфическое расчленение опорного разреза донных отложений юго-западной части поднятия Менделеева и его корреляция с изученными ранее разрезами донных отложений Арктического бассейна. Выделяется 7 коричневых и 6 серых слоев, сопоставляемых с эпохами плейстоценовых межледниковий и оледенений. Общий возраст вскрытого разреза оценивается в 1 млн. лет.

Первые представления о строении и условиях формирования донных отложений Арктического бассейна сформулированы Н.А. Беловым и Н.Н. Лапиной [1961]. В основу стратиграфического расчленения разрезов положено наблюдаемое чередование коричневых и серых слоев. Коричневые слои, в число которых входит и поверхностный горизонт, сопоставлены с эпохами плейстоцена, сходны с современной, то есть с межледниковьями и межстадиалами. Серые слои соответственно сопоставлены с эпохами оледенений. Для корреляции использована стратиграфическая схема В.Н. Сакса [1952]. Весь вскрытый разрез, включающий четыре коричневых и четыре серых слоя охватывает, по мнению авторов, временной интервал 150-200 тыс. лет.

Американские исследователи подошли к расчленению и корреляции разрезов с сугубо хроностратиграфических позиций, основываясь на датировках абсолютного возраста верхнего слоя и палеомагнитных измерениях [Clark & Hanson, 1983; Herman, 1974 и др.]. Согласно выработанной таким образом хронологической шкале верхний слой формировался в течение 25-70 тыс. лет, а весь вскрытый позднекайнозойский разрез - около 5 млн. лет. Эти взгляды критиковались Э. Олауссоном [Olausson, 1972], указавшим на ненадежность абсолютных датировок и на плохую увязку созданной стратиграфической схемы с событийной историей четвертичного периода. Аргументация критики усилилась после изучения аминокислот в раковинах фораминифер [Sejrup & Miller, 1984]. Согласно этому исследованию возраст вскрытого разреза не превышает 200 тыс. лет. Таким образом, несмотря на детальность исследования донных отложений отдельных районов Арктического бассейна, их стратиграфическая основа нуждается в дальнейшей разработке.

Для стратиграфического расчленения донных отложений юго-западной части поднятия Менделеева, полученных И.А. Алексеевым и Е.В. Телепневым по трассе дрейфа научно-исследовательской станции «Северный полюс-26», необходимо было выбрать опорный разрез. Учитывая латеральную выдержанность всех слоев на расстоянии свыше 600 км и постоянство их состава [Clark & Hanson, 1983], корреляцию прочих колонок с опорным разрезом можно проводить по визуальным признакам. В качестве опорного

разреза желательно использование самой длинной колонки. Однако в верхней части такой колонки (станция 5, длина 200 см, глубина моря 1435 м) значительные интервалы были нарушены при пробоотборе. Поэтому для верхней части принят разрез близрасположенной колонки (станция 32, длина 100 см, глубина моря 1610 м). Правильность корреляции слоев, проведенной по визуальным признакам, подтвердилась при микрофаунистических исследованиях. В дальнейшем совокупность колонок 5 и 32 рассматривается как единый разрез. В основу его стратиграфического расчленения положены, кроме визуальных литологических признаков, содержание песчаной фракции (крупнее 0,063 мм), бентосных и планктонных фораминифер больше 0,15 мм, видовой состав бентосных фораминифер и результаты 12-элементного количественного спектрального анализа (рис. 1).

Вскрытые разрезы характеризуются переслаиванием коричневых и желтовато-коричневато-серых слоев, средняя мощность которых составляет 10-15 см. Эта картина нарушается биотурбацией, захватывающей преимущественно коричневые слои и верхние части серых и создающей переходные по цвету прослои. Активный слой биотурбации в Арктическом бассейне достигает 10 см [Clark et al., 1980]. Выделяются также два маломощных белесовато-розовых слойки, отличающихся уплотненностью, грубозернистостью и повышенной карбонатностью (бурно реагируют с HCl). Эти слойки прослеживаются на обширной площади и служат реперными горизонтами при корреляции разрезов [Clark & Hanson, 1983].

Коричневые слои в целом характеризуются микрослоистой текстурой, равномерным распределением песчаной фракции (в среднем 6%) высоким количеством планктонных и бентосных фораминифер (59 тыс. и 1,09 тыс. на 50 г сухого осадка соответственно), повышенной концентрацией марганца (0,57%) и сопутствующих кобальта, никеля и молибдена. С учетом аналитических данных по другим разрезам эти слои также отличаются повышенным содержанием органического вещества, карбоната кальция и окисного железа. Серые слои отличаются беспорядочной текстурой, низким содержанием песчаной фракции на большей части разреза (3%) при наличии опесчаненных горизонтов (19%), низким содержанием планктонных и бентосных фораминифер (11 тыс. и 0,18 тыс. на 50 г), марганца (0,22%) и сопутствующих элементов при заметном содержании свинца, а также пониженными значениями $C_{орг}$, $CaCO_3$ и Fe^{3+} но повышенным Fe^{2+} .

В разрезе выделяются семь коричневых (K_1-K_7) и шесть серых (C_1-C_6) слоев. Коричневые слои K_5 и K_6 отличаются от остальных пониженным содержанием фораминифер. Нижние границы коричневых слоев сильно переработаны илоедами, и верхние части серых слоев обильно заражены коричневым осадком. Верхние границы коричневых слоев обычно резкие, к ним приурочены контрастные смены изученных признаков осадка. Это позволяет предположить, что биотурбация в серых слоях является наложенной, то есть жизнедеятельность илоедов осуществлялась во время формирования вышележащих коричневых осадков. Отсюда следует, что отмеченные различия в свойствах серых и коричневых осадков существенно сnivelированы. Так, среднее содержание фораминифер в серых слоях в 5 раз выше, чем в их приподошвенных частях.

Микрофауна изучена в 33 образцах во фракции больше 0,15 мм, а в пяти из них - танке во фракции больше 0,063 мм. Планктонные фораминиферы крупнее 0,15 мм по всему разрезу представлены видом *Neogloboquadrina pachyderma* (Ehrenberg), левозавитые (арктические) формы составляют свыше 95%. Планктонные фораминиферы мельче 0,15 мм не изучались из-за ненадежности их палеоокеанологической интерпретации и трудности в определении ювенильных форм [Kellog, 1984]. Молодь *N. pachyderma* обитает в богатых пищей поверхностных водах, но окончательное формирование раковин (что обычно связано с размножением) происходит в глубинном слое вод атлантического происхождения [Be, 1960]. Наличие планктонных фораминифер в пределах арктических шельфов также контролируется распространением атлантических вод.

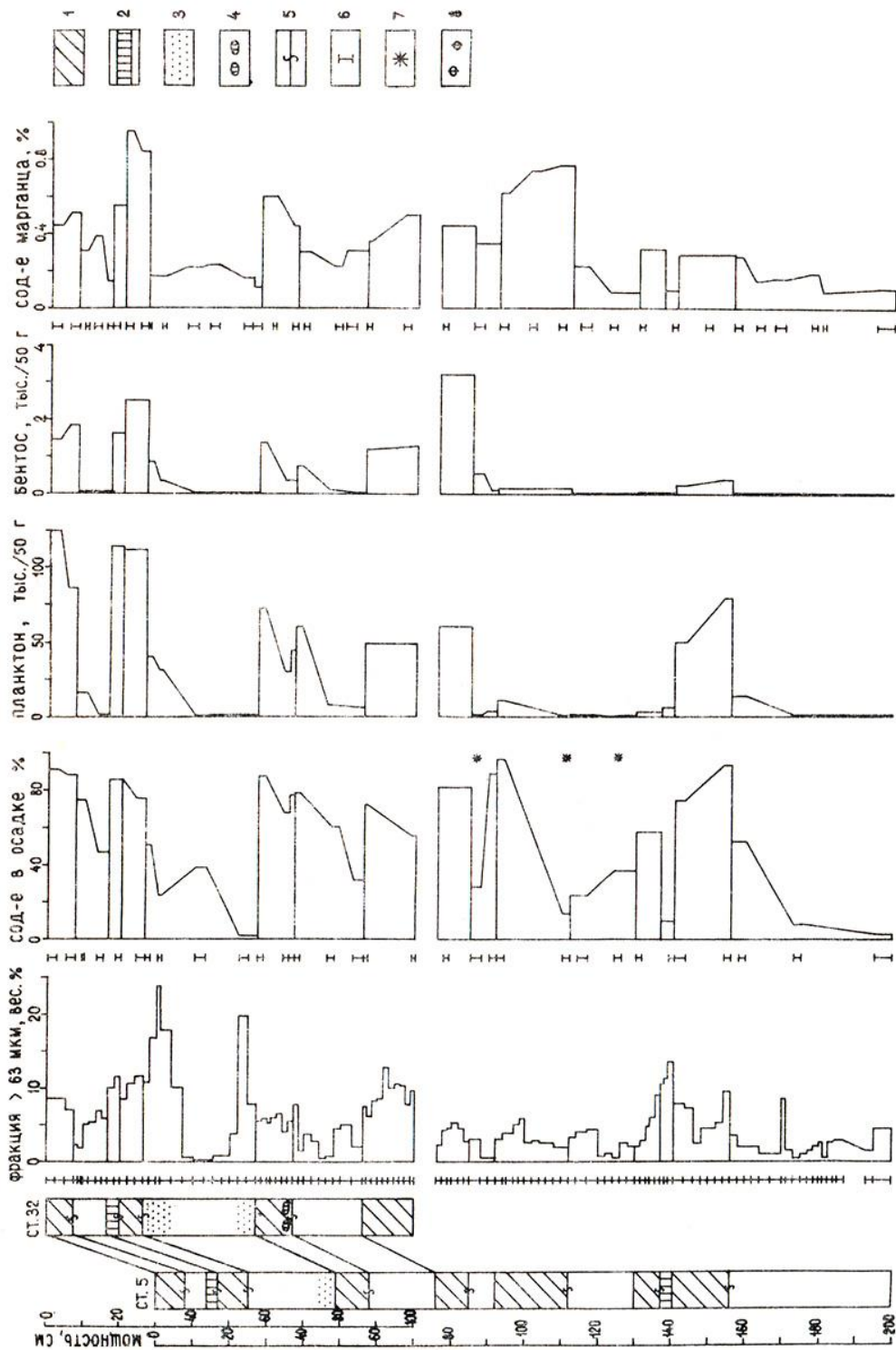


Рис. 1. Опорный разрез донных отложений подлентия Менделеева, Арктический бассейн

1 - коричневый осадок, 2 - розовый осадок, 3 - опесчаненный осадок, 4 - включення розового осадка, 5 - биотурбированные гравийн слои, 6 - интервалы опробования, 7 - интервалы с повышенным содержанием бентосных фораминифер (> 10%), 8 - осадок, обогащенный фораминиферами

Среди бентосных фораминифер больше 0,15 мм (рис. 2) в коричневых слоях обычно доминируют *Cibicidoides wuellerstorfi* (Schwager) и *Oridorsalis tener* (Brady), характерные для глубинных вод, формирующихся в Норвежско-Гренландском бассейне [Belanger & Streeter, 1980]. Обычны *Cassidulina teretis* Tappan и представители семейства Miliolidae. Характерно отсутствие *C. wuellerstorfi* в слое K₅, *O. tener* в слоях K₆ и K₇ и *O. teretis* - K₃ и K₆. В средней части разреза встречается *Bulimina aculeate* d'Orbigny, достигающая высокого обилия в слое K₄. Эпизодически встречаются представители семейства Elphidiidae, считающиеся переотложенными из шельфовых отложений [Herman, 1974], их максимальное содержание приходится на слой K₃. Кроме того, для слоя K₇ характерно наличие *Epistominella exigua* (Brady), а для слоя K₂ - *Gyroidinoides orbicularis* (d'Orbigny). Таким образом, при общей схожести комплексы каждого коричневого слоя имеют свою специфику.

В серых слоях происходит «затухание» комплексов вышележащих коричневых слоев книзу, что, очевидно, является результатом биотурбации. О специфике автохтонной микрофауны серых слоев можно условно судить по их приподошвенным частям. Для них характерно отсутствие *C. wuellerstorfi*, обитающего в условиях обильного поступления органики, и устойчивая встречаемость *O. tener*, переносящего голодные условия [Belanger & Streeter, 1980]. Фракция мельче 0,15 мм по всему разрезу представлена в основном карликовыми арктическими эндемиками - *Stetsonia horvathi* Green, *Buliminella elegantissima hensoni* Lagoe и др. Особенности их распределения по разрезу плохо изучены.

Имеющиеся данные позволяют предположить, что коричневые слои образовались в условиях, сходных с современными при поддержании относительно высокой продуктивности поверхностных арктических вод и обильного бентоса. Образование первичной продукции происходит в богатых питательными веществами поверхностных водах летом благодаря таянию части ледового покрова, в меньшей степени благодаря прохождению света через лед [География..., 1985]. Обилие планктонных фораминифер свидетельствует об устойчивом поступлении атлантических вод. Интенсивная биотурбация является результатом активной жизнедеятельности макробентоса, возможной при достаточной аэрации придонных вод. О хорошей аэрации свидетельствуют также высокие значения отношения Fe^{3+}/Fe^{2+} при повышенной содержании $C_{орг}$. В настоящее время основным источником придонных вод Арктического бассейна, содержание O_2 в которых не опускается ниже 6 мл/л, служит Норвежско-Гренландский бассейн [География..., 1985]. Повышенные концентрации Mn и сопутствующих элементов в коричневых слоях объясняются их миграцией из восстановленных серых слоев.

Поступление на дно терригенного материала обусловлено в основном ледовым и айсберговым разносом [Clark & Hanson, 1983; Herman, 1974]. При этом морскими льдами разносятся преимущественно частицы алевритовой размерности, а песок и грубообломочный материал связаны с деятельностью айсбергов [Clark et al., 1980]. Умеренное содержание песчаной фракции в коричневых слоях определяется близкими к современному количеством айсбергов и интенсивностью их дрейфа.

Таким образом, к основным океанологическим факторам периодов формирования коричневых слоев относятся частично тающий летом ледяной покров, адвекция атлантических вод, хорошая аэрация придонных вод и умеренное поступление айсбергов в бассейн. Микрослоистая текстура подчеркивает сезонность процессов осадконакопления.

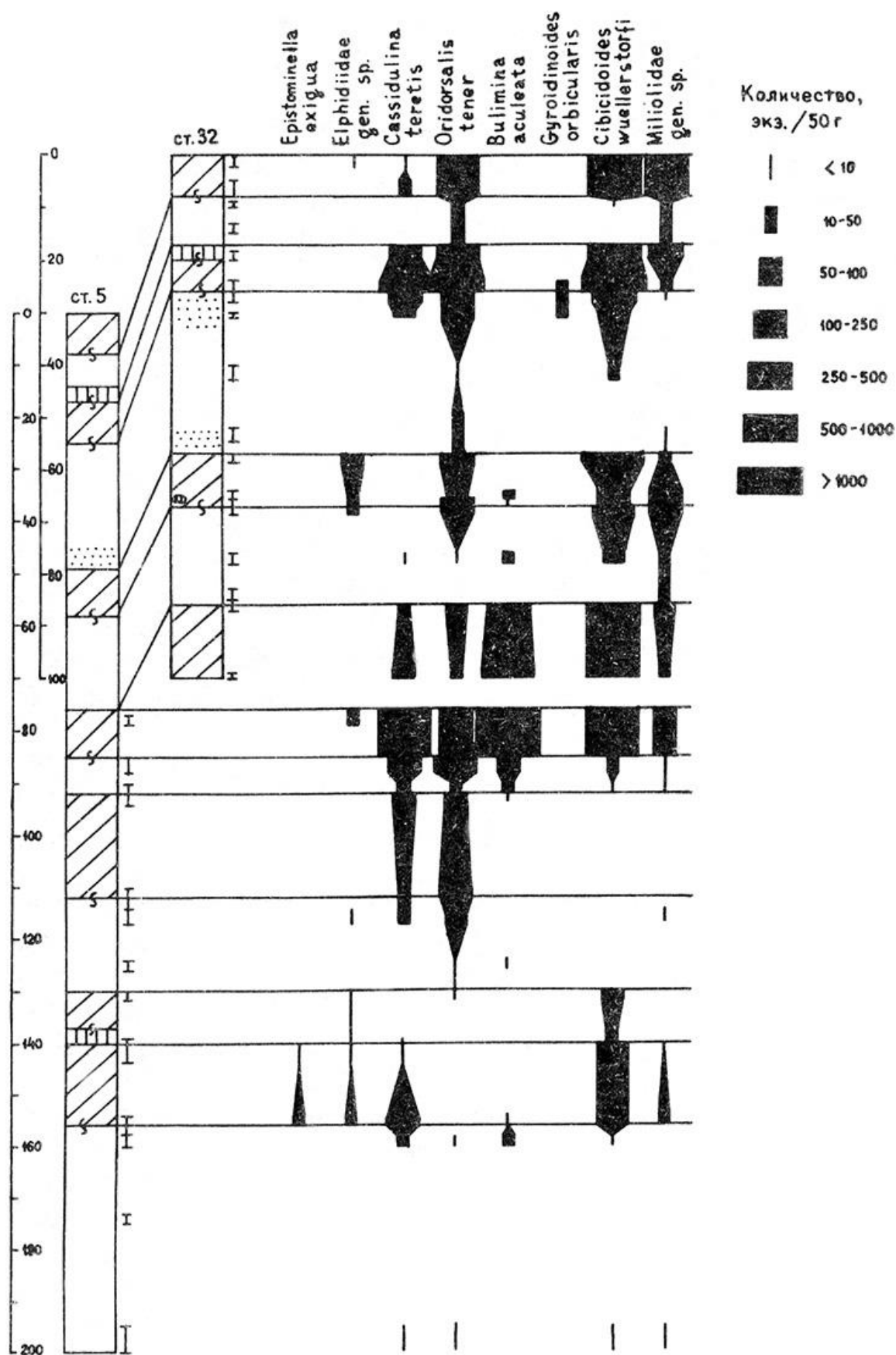


Рис.2. Распределение бентосных фораминифер по опорному разрезу донных отложений поднятия Менделеева, Арктический бассейн. Условные обозначения см. на рис.1.

Изученные признаки серых слоев свидетельствуют о катастрофическом сокращении адвекции атлантических вод, ухудшении аэрации придонных вод и увеличении сплошности и мощности ледового покрова по сравнению с современными условиями. Последнее подтверждается также беспорядочной текстурой и большей дисперсностью осадка. В кровле или подошве серых слоев (особенно устойчиво в слое С₂) встречаются опесчаненные горизонты, свидетельствующие об эпизодах интенсивного айсбергового разноса. С усилением айсбергового разноса, захватывающего новые питающие провинции, связывается и формирование розовых слоев [Clark & Hanson, 1983].

Предложенная интерпретация согласуется с мнением о том, что чередование серых и коричневых слоев в целом отражает чередование ледниковых и межледниковых эпох [Белов и Лапина, 1961]. Каждое оледенение сочеталось с регрессией и экспансией поверхностных арктических вод далеко на юг [Боуэн, 1981]. При этом почти прекращалось поступление атлантических вод не только в Арктический, но даже в Норвежско-Гренландский бассейн [Jansen & Erlenkenser, 1985]. Область формирования обогащенных кислородом глубинных вод также мигрировала из Норвежско-Гренландского бассейна в северо-восточную Атлантику [Duplessy et al., 1980]. Формирование и деградация ледниковых щитов по периферии Арктического бассейна вызывали усиленный айсберговый разнос.

Индивидуальные особенности изученных слоев говорят о том, что при общей цикличности основных палеоклиматических и палеоокеанологических процессов, времени формирования каждого отдельного слоя сопутствовали уникальные обстановки. Пока можно лишь предполагать, что слои К₂ и К₆₋₇ соответствуют эпохам максимальных потеплений (появление розовых слоев), слой К₄ свидетельствует о самой высокой продуктивности поверхностных вод (обилие *B. aculeate*), а К₅ - об аномально низкой продуктивности (пониженное содержание планктонных фораминифер, отсутствие *C. wuellerstorfi*). Еще труднее объяснить низкое содержание планктона при относительном обилии *C. wuellerstorfi* в слое К₆; учитывая отсутствие признаков существенного растворения раковин *N. pachyderma*, это можно объяснить чрезмерным опреснением поверхностных вод в результате мощного потепления климата.

Последнее интенсивное поступление атлантических вод в Норвежско-Гренландский бассейн началось 13 тыс. лет назад, а современный гидрологический режим сформировался к 10 тыс. лет назад [Jansen & Erlenkenser, 1985]. Таким образом, возраст слоя К₁ составляет около 10 тыс. лет.

Для донных отложений Арктического бассейна наиболее совершенным хроностратиграфическим методом на сегодняшний день является палеомагнитный [Clark & Hanson, 1983; Herman, 1974]. В схеме И. Херман [Herman, 1974] граница палеомагнитных эпох Брюнес и Матуяма (около 700 тыс. лет назад) разделяет пачки I и II. Пачка I характеризуется пилообразным колебанием содержания фораминифер при высоких средних значениях. На границе с пачкой II происходит падение этого показателя, и ниже наблюдается только один фораминиферовый пик. Для верхней части пачки II (иногда также для подошвы пачки I) характерно повышенное содержание (10%) бентосных форм относительно общего числа фораминифер. С учетом этих особенностей в изученном опорном разрезе границу Брюнес-Матуяма следует проводить в интервале от подошвы слоя К₄ до подошвы слоя С₅, вероятнее всего, по подошве слоя К₅. Правильность этого вывода подтверждает положение розового слоя Р₂, находящегося чуть ниже этой границы [Clark & Hanson, 1983].

На основании этих сопоставлений составлена стратиграфическая схема донных отложений поднятия Менделеева (рис. 3, указаны средние мощности слоев). В случае корректности палеомагнитных измерений осадки выше подошвы слоя относятся к плейстоцену (палеомагнитная эпоха Брюнес), а пять коричневых слоев соответствуют пяти основным теплым эпохам плейстоцена. Нижнюю границу разреза трудно

сопоставить с временной шкалой, но путем литологической корреляции с материалами Д. Кларка [Clark & Hanson, 1983], ее можно датировать около 1 млн. лет назад.

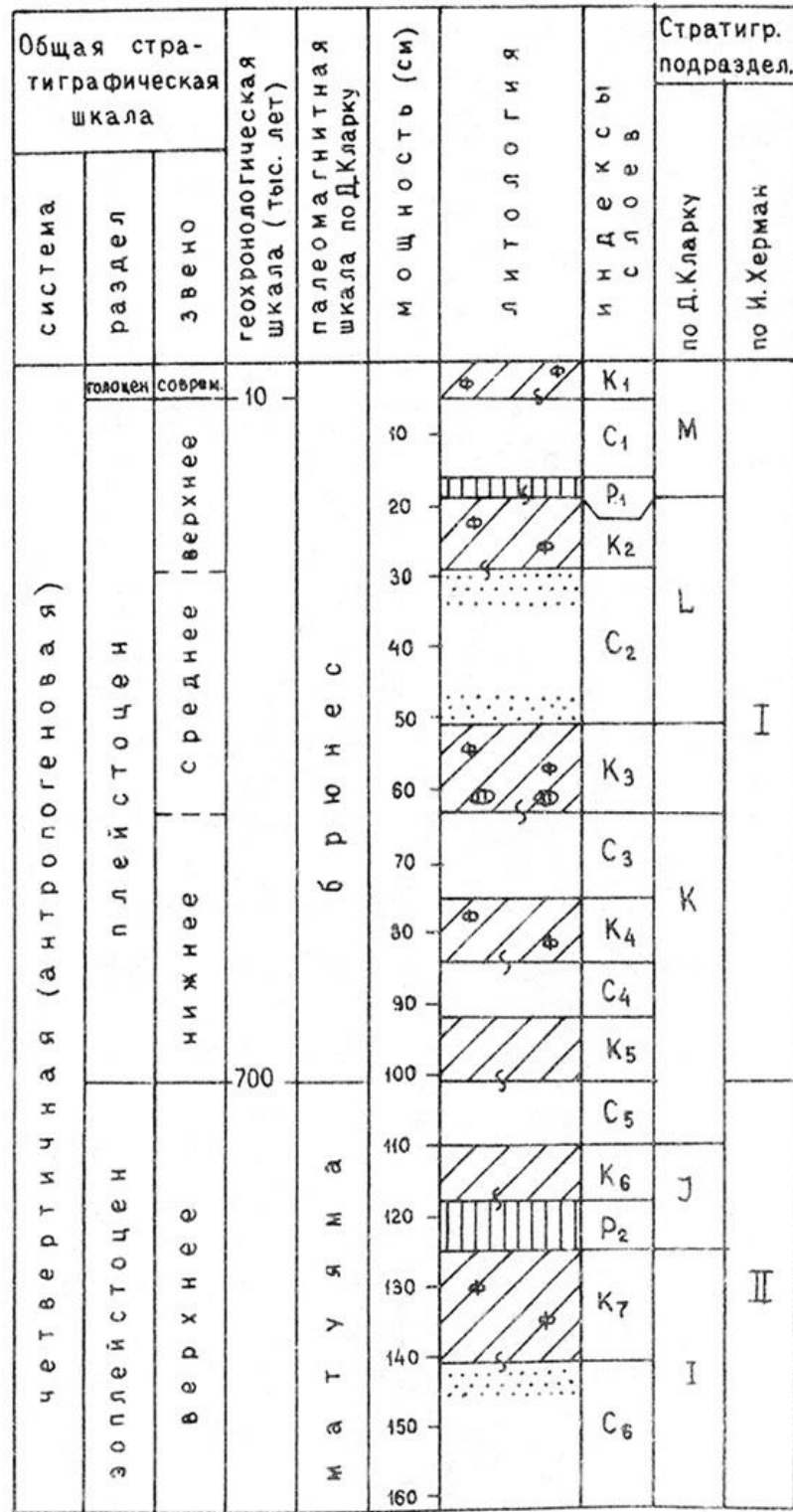


Рис. 3. Стратиграфическая схема доинных отложений поднятия Менделеева. Арктический бассейн. Условные обозначения см. на рис. 1.

Список литературы

1. Белов Н.А., Лапина Н.Н. Донные отложения Арктического бассейна. - Л., "Морской транспорт", 1961, 152 с.
2. Боуэн Д. Четвертичная геология. М., "Мир", 1981, 272с.
3. География Мирового океана. Северный Ледовитый и Южный океаны. Л., "Наука", 1985, 501 с.
4. Сакс В.Н. Опыт восстановления истории развития Сибири в четвертичный период. - В кн.: Материалы по четвертичному периоду СССР, вып. 3. М., изд. АН СССР, 1952, с. 187-195.
5. Be A. Some observations on Arctic planktonic foraminifera. - Contr. Cushman Pound. Foram. Res., 1960, vol. 11, N 2, p, 64-68.
6. Belanger P., Streeter S. Distribution and ecology of benthic foraminifera in the Norwegian-Greenland Sea. - Mar. Micropaleontol., 1980, vol. 5, N 4, p. 401-428.
7. Clark D., Whitman R., Morgan K., Mackey S. Stratigraphy and glacial marine sediments of the Amerasian Basin, Central Arctic Ocean. - Geol. Soc. Amer. Spec. Paper 181, 1980, 57 p.
8. Clark D., Hanson A. Central Arctic Ocean sediment textures a key to ice transport mechanism. - In: Glacial marine sedimentation. Plenum Publ., Corp., 1983, p. 301-330.
9. Duplessy J., Moyes J., Pujol C. Deep water formation in the North Atlantic Ocean during the last ice age. - Nature, 1980, vol. 286, p. 479-482.
10. Herman I. Arctic Ocean sediments, microfauna and climatic record in Late Cenozoic time. - In: Marine Geology and Oceanography of the Arctic Seas. N.Y., 1974, p. 283-348.
11. Jansen E., Erlenkenser H. Ocean circulation in the Norwegian Sea during the last deglaciations isotopic evidence. Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol., 1985, vol. 49, N 3-4, p. 189-206.
12. Kellogg T. Paleoclimatological significance of subpolar foraminifera in high-latitude marine sediments. - Canad. J. Earth Sci., 1984, vol. 21, № 2, p. 189-193.
13. Olausson E. Oceanographic aspects of the Pleistocene of the Arctic Ocean. - Inter-Nord, 1972, N 12, p. 151-170.
14. Sejrup H., Miller G., Brigham-Grette J. Amino acid epimerization implies rapid sedimentation rates in Arctic Ocean cores. - Nature, 1984, vol. 310, p. 772-775.

Ссылка на статью:



Поляк Л.В. Новые данные по микрофауне и стратиграфии донных отложений Поднятия Менделеева, Арктический бассейн // Седиментогенез и конкрецееобразование в океане. Л., 1986, с. 40-50.