

Возраст и условия формирования донных осадков в районе поднятия Менделеева (Северный Ледовитый океан)

В 2000 г. в ходе геологических исследований на научно-экспедиционном судне «Академик Федоров» в районе подводного поднятия Менделеева было поднято несколько колонок донных осадков длиной до 330 см, выявивших строение и состав отложений верхней части рыхлого осадочного чехла. В ходе обработки материала была предпринята попытка комплексного их исследования для выяснения возраста осадков, скорости и условий седиментации, а также общей палеогеографической обстановки, в которой формировался осадочный чехол этого участка на новейшем этапе развития океанического бассейна в Арктике.

Для решения этой задачи проводились гранулометрический и минералогический анализы, микропалеонтологические и палеомагнитные исследования, определения абсолютного возраста. Наиболее полные результаты были получены по двум станциям - колонка одной из них характеризует разрез вершинной части возвышенности НЭС «Академик Федоров» (станция АФ-00-07, глубина 1555 м, длина 245 см), а второй - днище расположенной к востоку впадины Менделеева (станция АФ-00-02, глубина 3300 м, длина 310 см) (рис. 1).

Методика

Отбор проб на анализы проводился по всей колонке борздовым способом. Минимальный интервал опробования 1 см, максимальный - 21 см (обычно отбирался 10-сантиметровый интервал). Для отмывки бентосной микрофауны отбирался из пробы образец весом 40 г. Число видов и раковин фораминифер и остракод рассчитывалось на образец. При подготовке проб для изучения планктона отбирался образец весом около 25 грамм и подвергался дезинтеграции путем кипячения с пирофосфатом Na с последующей отмывкой на сите 0,063 мм. Оставшаяся на сите часть высушивалась и подвергалась исследованию. Под биноклем визуально устанавливался общий процент планктонных фораминифер в образце. Количественная оценка планктонных видов приводилась по таким параметрам (в экземплярах на препарат): VR - очень редко, менее 5; R - редко, 5 - 10; F - часто, 10-20; C - обычно, 20-100; A - обильно, 100-300; VA - очень обильно, более 300. Оценка сохранности: плохая - около 75% раковин затронуто растворением; средняя - 25-75% раковин хорошей сохранности; хорошая - более 75% раковин хорошей сохранности.

Литологическая характеристика

В разрезах обеих колонок вскрыты четыре литологически четко различаемых пачки - сверху вниз (рис. 2):

1. *Пачка окисленных пелитов* образует верхнюю часть колонок мощностью от 12 см на возвышенности до 17 см во впадине (для характеристики литологии и мощности учтены данные по ряду других колонок). Осадки представлены песчанистыми алевропелитами коричневого и темно-коричневого цвета с большим количеством планктонной и бентосной микрофауны, нередко с обломками раковин двустворок. Характерной особенностью пачки является наличие верхнего полужидкого слоя (до 2 см), вязко текучая консистенция осадков в целом и наличие уплотненного темно-коричневого слоя в основании (2-7 см). Контакт с подстилающими осадками четкий.

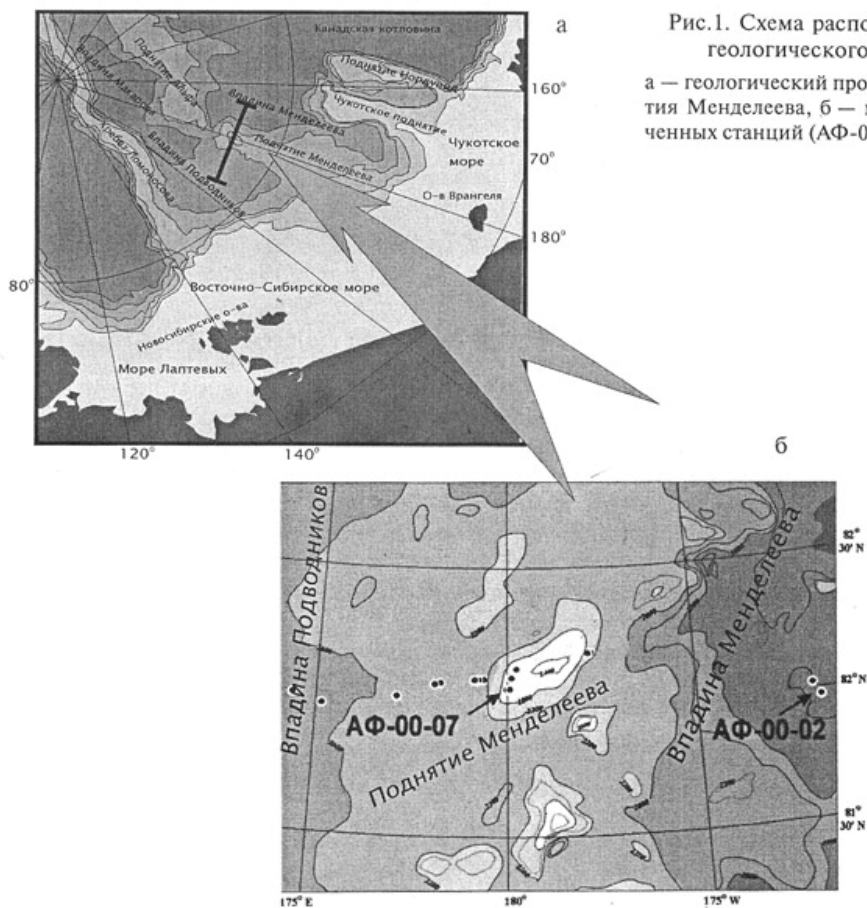


Рис.1. Схема расположения станций геологического пробобора.
 а — геологический профиль в районе поднятия Менделеева, б — местоположение изученных станций (АФ-00-02 и АФ-00-07).

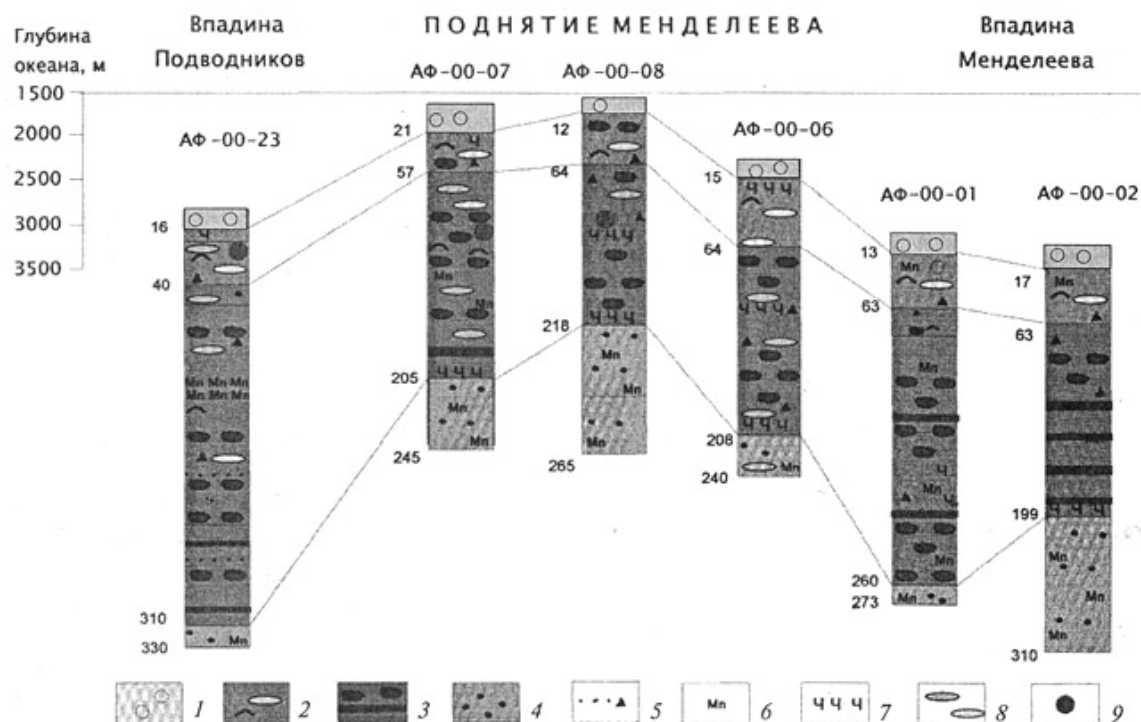


Рис. 2. Схема сопоставления разрезов донных отложений района поднятия Менделеева.
 1 — пачка окисленных пелитов, 2 — пачка известковистых пелитов, 3 — пачка пестроцветных пелитов, 4 — пачка крапчатых пелитов, 5 — прослой песка и включения обломков пород, 6 — микроконкреции и корки Mn, 7 — гидроокислы железа, 8 — линзы глинистые и известковистые, 9 — глинистые окатыши.

2. Пачка известковистых пелитов представляет собой наиболее выдержанный по площади интервал мощностью 36 см (на возвышенности) и 52 см (во впадине). Осадки представлены алевропелитами оливково-коричневого или светло-коричневого цвета с линзами песков, голубоватых глин и известковистого материала. Грубообломочный материал в основном приурочен к поднятию. Отмечены включения окислов Fe и микроконкреции Mn. Обильна микрофауна, обломки раковин моллюсков. Нижняя граница пачки постепенная.

3. Пачка пестроцветных пелитов состоит из чередующихся слоев оливкового и коричневого алевропелита и пелита с пятнистой и линзовидно-слоистой текстурой, с прослоями и линзами песка, с изменчивой мощностью от 144 см на возвышенности до 270 см во впадинах. Осадок биотурбирован, насыщен микроконкрециями и корочками Mn, в отдельных слоях гидроокислами Fe. Микрофауна распределена неравномерно и менее разнообразна, чем в вышележащих пачках. В нижней половине пачки во впадине Менделеева встречаются единичные переотложенные фораминиферы раннемелового возраста, а на поднятии - шельфовые (сублиторальные) виды эльфидаид. Нижняя граница четкая, проведена по изменению цвета и прослою с гидроокислами Fe.

4. Пачка крапчатых пелитов представлена зеленовато-серыми и светло-оливковыми алевропелитами с многочисленными точечными включениями Mn и микроконкрециями. Наибольшая вскрытая мощность пачки 111 см (станция 02). Из микрофауны присутствуют только агглютинирующие фораминиферы, в том числе единичные переотложенные раковины из меловых отложений.

Микропалеонтологическая характеристика

Микропалеонтологический анализ проб включал в себя видовое определение планктонных и бентосных фораминифер, остракод и их стратиграфическую и палеобиофациальную интерпретацию.

Планктонные фораминиферы

Комплексы планктонных фораминифер, выделенные в разрезах колонок 07 и 02 содержат до 7 видов фораминифер (рис. 3). Это субарктические *Neogloboquadrina pachyderma* sin. (Ehrenberg), *Globigerina paraobesa* Herman, *G. occlusa* Herman и бореальные *Neogloboquadrina pachyderma* dex. (Ehrenberg), *Globigerina quinqueloba* Natland, *G. bulloides* d Orb. [Баран, 1988; Herman, 1974]. В разрезах обеих колонок четко различаются слои с обильным планктоном (обычно помимо преобладающих *Neogloboquadrina pachyderma* sin. также с бореальными элементами) и слои с очень малым количеством, либо с полным отсутствием планктона. По принятым представлениям количественные минимумы планктона связаны с образованием в Арктике круглогодичного сплошного ледяного покрова, а максимумы с его разрушением, вызванным общим потеплением климата и усилением атлантического течения (с ним связано обилие *Neogloboquadrina pachyderma* и появление бореальных элементов). Холодные периоды содержат хорошо сохранившиеся раковины в крайне малом количестве, иногда фораминиферы отсутствуют. На этом основании в разрезах колонок по планктону выделены интервалы, соответствующие теплым и холодным периодам. Всего по разрезам колонок выделено (сверху вниз) пять комплексов, соответствующих теплым периодам (рис. 4). В разрезах колонок им соответствуют следующие интервалы (в скобках % планктона в отмывке): первый (44-60%) - 0-21 см в АФ-00-07 и 0-17 см в АФ-00-02, второй (52-82%) - 30-57 см в АФ-00-07 и 27-52 см в АФ-00-02, третий - (до 75%) 57-78 см в АФ-00-07, 53-63 см в АФ-00-02, четвертый комплекс (до 68%) в АФ-00-07 отсутствует, возможно, интервал 99-106 см является его фрагментом, в разрезе колонки АФ-00-02 ему соответствует интервал 75-95 см. Пятый комплекс отличается своеобразием - количество планктонных фораминифер в отмывке 15-70 %. В состав комплекса входят 2 вида:

Интервал опробования, см	5-8	8-14	14-21	21-30	30-38	38-48	48-57	57-78	78-87	87-98	99-106	106-117	117-128	128-139	139-150	150-160	160-165	165-175	175-185	185-202	202-205	205-215	215-225	225-235	235-245
Планктонные фораминиферы %, фр.> 0,063 мм	60	67	60	7	70	82	75	40	5	5	20	5	3	3	1	55	3	35	25	10	5	2	1	1	1
<i>Neogloboquadrina pachyderma sin.</i>	VA	VA	VA	C	VA	VA	VA	A	C	C	VA	C	F	F	R	VR	R	VR	VR	VR	R	VR	R	VR	VR
<i>Neogloboquadrina pachyderma dex.</i>	C	C	F		C	C	C	F			F							VR							
<i>Globigerina quinqueloba</i>	A	A	A	VR	R	R			R		C			VR											
<i>Globigerina bulloides</i>	A	C	C	F	C	A	C	C	R	F	C	R	R			VA юв.	VR	VA юв.	VA юв.	A юв.	C юв.	R юв.			VR юв.
<i>Globigerina paraobesa</i>	VR	F	C	VR	F	F	R	R	R					VR											
<i>Globigerina occlusa</i>	F	F	F	VR	R	R	VR	VR	R	R															
<i>Globigerinita glutinata</i>	VR	VR																							
Препогоды, %, фр.> 0,063 мм	2	2	7	1	3																				
Предполагаемые изотопно-кислородные стадии	1	1	2,3,4		6-7	6-7	6-7	8-10	8-10	11-15	11-15	16-18	16-18	16-18	19	20	21	21	21	22-24	22-24	22-24	22-24	22-24	22-24
Возраст по радиохимии, тыс.л.	41-42	69.6-71.9	1108-114		215.0-222.0		332.0-343.0		брюнес 730 ->		матюяма														

Рис. 3. Количественное распределение планктонных фораминифер на ст. АФ-00-07.

Neogloboquadrina pachyderma sin. и *Globigerina bulloides*, последний является преобладающим и в разрезах колонок АФ-00-07 и АФ-00-02, представлен ювенильными формами, причем на хребте (в первой колонке) отмечается присутствие двух прослоев, обогащенных этим видом (150-160, 165-185 см). Опираясь на наш опыт исследований планктонных фораминифер в Северной Атлантике [Shilov et al., 1999] и Северной Пацифике [Rea et al., 1993], можно сделать предварительный вывод о палеогеографических связях Полярного бассейна: преобладание видов группы *Neogloboquadrina pachyderma* в первых четырех комплексах отражает влияние атлантического течения из Норвежского моря, а *Globigerina bulloides* в пятом - влияние Северной Пацифики.

Бентосные фораминиферы (табл. I)

В процессе изучения бентосных фораминифер было установлено, что они образуют по разрезу колонок несколько существенно различных комплексов, отражающих изменения гидрологических условий в бассейне осадконакопления. Как известно, на современный гидрологический режим СЛО решающее влияние оказывают теплые и соленые воды Атлантического океана, поступающие сюда через порог (глубины 500-1000 м) между Шпицбергом и Гренландией. Постепенно охлаждаясь, эти воды опускаются и образуют глубинное течение Нансена, идущее вдоль материкового евро-азиатского склона. Оно поступает в глубоководный желоб моря Лаптевых и далее в глубоководную северную часть Чукотского моря, в котловину Подводников. В местах прохождения этого течения на дне селятся и типичные для Норвежско-Гренландского бассейна виды бентосных фораминифер: *Fontbotia wuellerstorfi* (Schwager), *Oridorsalis tenerus* (Brady), некоторые милиолиды, отнесенные З.Г. Щедриной к батимально-абиссальной группе видов Полярного бассейна и крайне показательные для наших колонок [Joy & Clark, 1977; Щедрина, 1947]. Всего в составе этой группы З.Г. Щедрина установила 25 бентосных видов, из них секреторных (с известковистой стенкой) около 14 видов, остальные - агглютинирующие (песчаные) [Щедрина, 1949]. Важно отметить, что в приповерхностном 5-сантиметровом слое изученных колонок агглютинирующие виды вообще не встречены, а число известковых достигает 13, то есть, представлена почти вся секреторная составляющая фораминиферной фауны батииали и абиссали. Отметим, что количество видов и их численность прямо связана с температурой водной массы. Так, в Норвежско-Гренландском бассейне, где температура глубинных атлантических вод достигает 9°, число видов в 2 раза выше, чем в Полярном бассейне, а в пределах последнего оно снижается по мере падения температуры при движении течения на восток. Но даже в этом районе при низких температурах придонных вод обитает не более 8 видов фораминифер [Лукашина, 1988]. В области распространения глубинных вод Полярного бассейна с отрицательными температурами воды численность бентосных фораминифер наименьшая. Впрочем прямая корреляция «много-мало» - «тепло-холод» не всегда однозначна. Редкость находок может объясняться не снижением температуры, а усилением дефицита кислорода, часто наблюдающимся в теплых водах (на это указывает увеличение раковин булимид в пробах с обедненным бентосом). Возможное объяснение - усиление материкового или подводного стока по склонам (находки в таких комплексах шельфовых *Elphidium*).

Поверхностный слой осадков в колонках 07 (0-5 см) и 02 (0-3 см) содержит наиболее разнообразный в видовом и богатый в количественном отношении комплекс фораминифер, в котором преобладают батимально-абиссальные космополитные и бореально-арктические виды: *Fontbotia wuellerstorfi* (S с hwage r), *Oridorsalis tenerus* (Brady), *Triloculina trichedra* (Loebl. et Tappan) и *Miliolinella* ex gr. *subrotunda* (Mont.), связанные в Арктическом бассейне с поступлением североатлантических водных масс (рис. 5, 6).

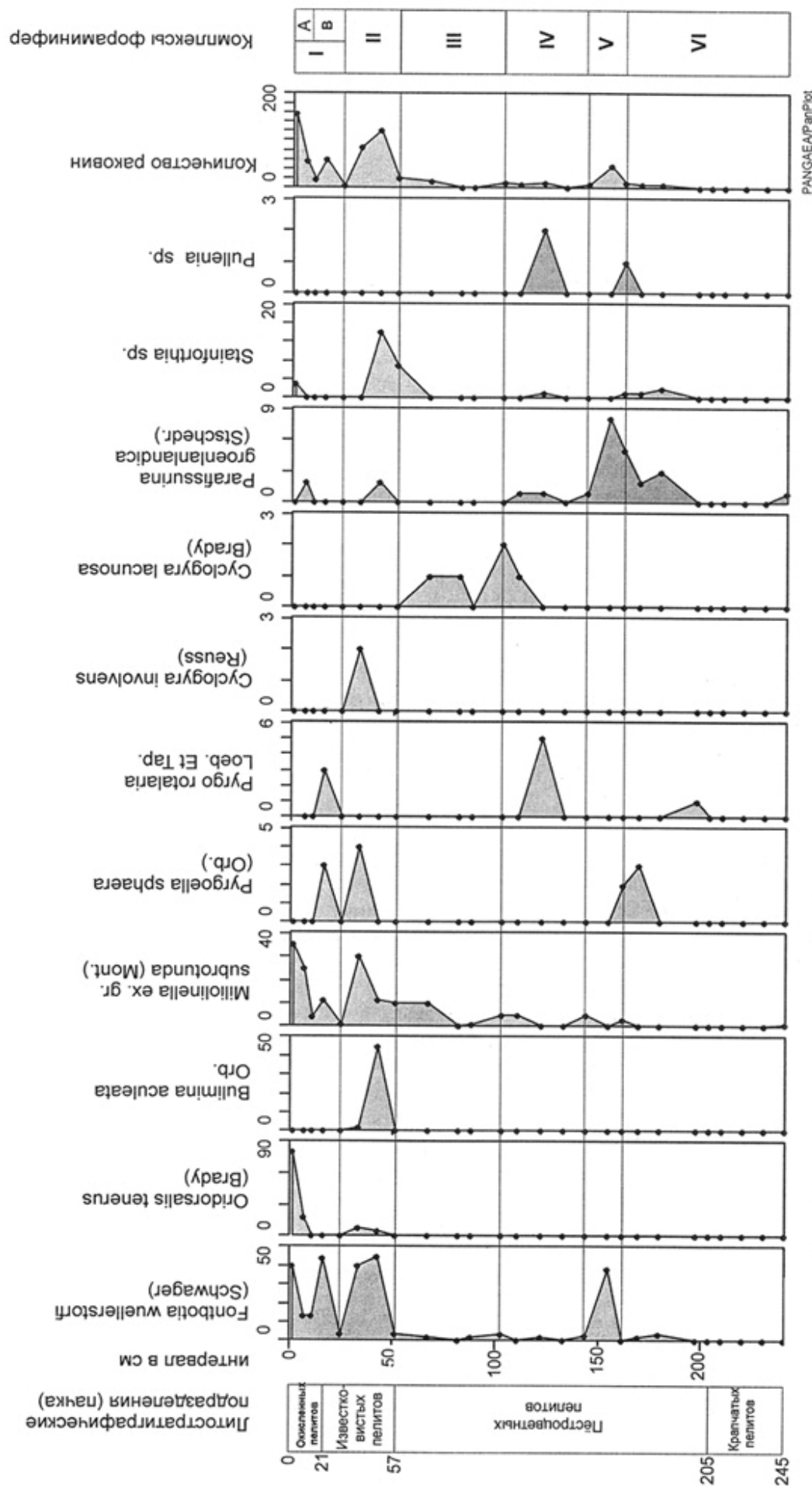


Рис. 5. Распределение видов фораминифер, связанных с атлантическими водами в разрезе колонки АФ-00-07.

Комплексы фораминифер: I: А — с заметным влиянием атлантических вод (холодноводный); В — баттальный тепловодный комплекс с сильным влиянием атлантических вод (теплый максимум); II — ослабленный атлантическими водами (холодноводный); III — обедненный с ослабленным влиянием атлантических и тихоокеанских вод; IV — обедненный с заметным влиянием как атлантических, так и тихоокеанских вод (с сублиторальных видов и перотложенными мезозойскими фораминиферами); V — тепловодный с атлантическими и тихоокеанскими видами; VI — агглютинирующие фораминифер тихоокеанского происхождения (застойные воды с недостатком кислорода).

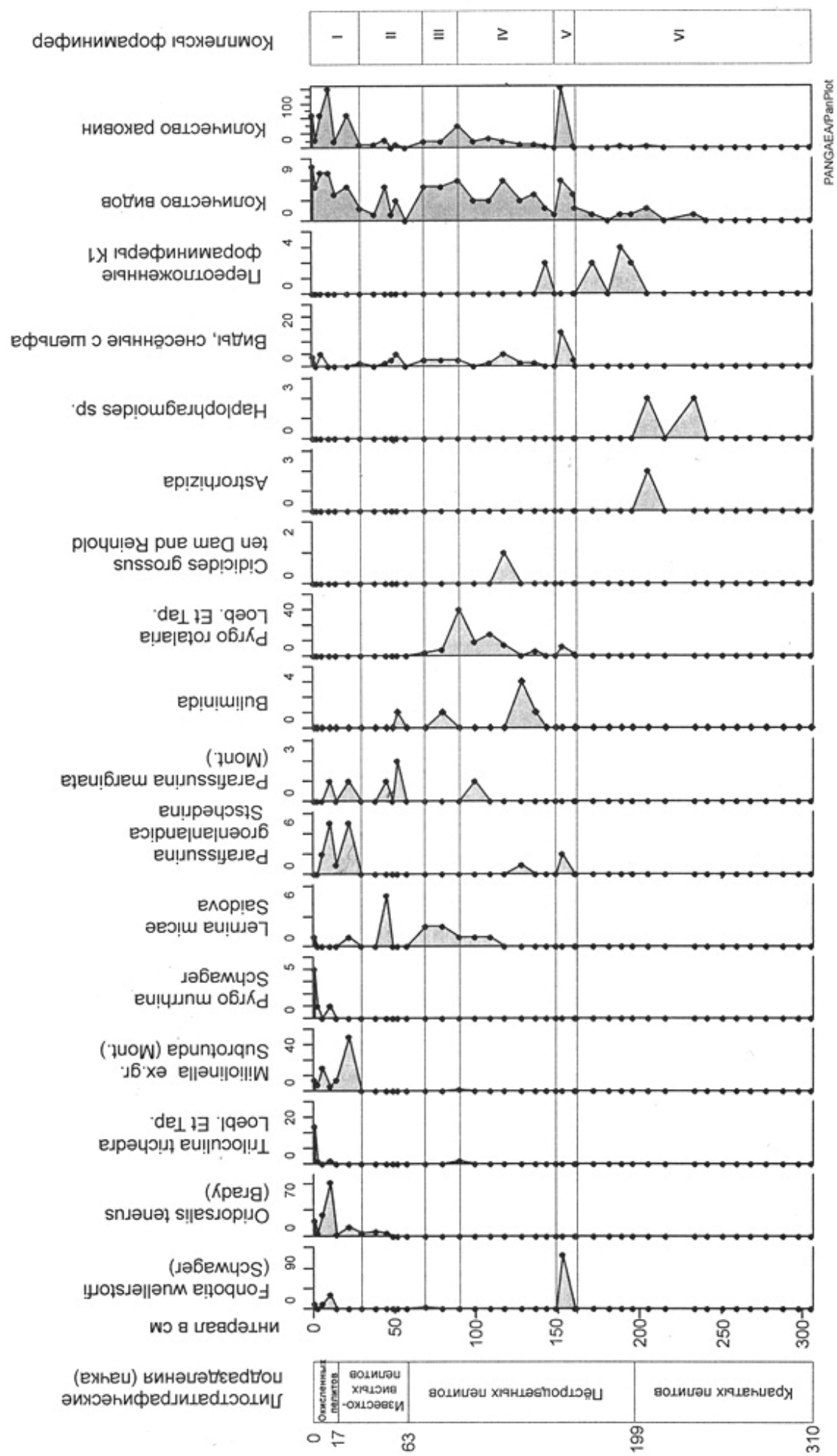


Рис. 6. Распределение видов фораминифер в разрезе колонки АФ-00-02, гл. 3300 м. Комплексы фораминифер — рис. 5. К видам, несенным с шельфа, относятся различные эльфиуумы, нонионы, касидулины и др.

Ниже по разрезу наблюдаются заметные колебания численности раковин при сохранении в основном видового состава, выявленного в поверхностном слое. Этот интервал заканчивается на станции 07 на глубине 57 см, а на станции 02 - на 34 см. Он характеризуется обилием планктонных фораминифер и соответствует пачкам коричневых окисленных и известковистых пелитов.

Внутри этого интервала можно отметить четкое снижение численности раковин бентосных видов в интервалах 5-14 см (07) и 3-10 см (02), почти полное отсутствие бентосных и планктонных фораминифер в интервалах 21-30 см (07) и 17-27 см (02), приуроченных к верхам пачки известковистых пелитов. Под этим резко обедненным интервалом в колонке 07 вскрыты отложения (интервал 30-48 см) с наиболее разнообразной бентосной микрофауной: 15 видов известковистых фораминифер, среди которых помимо выше указанных четырех характерных видов в значительном количестве присутствует теплолюбивый (бореальный) вид *Bulimina aculeata* Orb. (особенно многочисленен в пробе 38-48 см). Ниже в образце 48-57 см, то есть до подошвы пачки известковистых пелитов, исчезают раковины *Bulimina aculeata* и сокращается численность показательных четырех видов. Весь рассмотренный интервал (30-57 см) в колонке 07 отмечен обилием планктонных фораминифер. На станции 02 на соответствующем уровне (27-34 см) количество раковин фораминифер также заметно увеличивается, но видовое разнообразие остается низким (до 6 видов). Обильные планктонные фораминиферы здесь также демонстрируют поступление теплых поверхностных вод.

Ниже на станции 07 при переходе к пестроцветным отложениям происходит резкое обеднение видового состава бентосных фораминифер, при этом полностью исчезают *Oridorsalis tenerus*, спорадически присутствуют единичные *F. wuellerstorfi*, впервые появляются агглютинирующие *Cyclammina pseudopussila* (вид тихоокеанского происхождения). Этот интервал (57-99 см) охватывает верхнюю часть пестроцветной пачки. На станции 02 обеднение состава с исчезновением *F. wuellerstorfi* наблюдается в интервале 34-63 см, а полное исчезновение бентосных фораминифер - в интервале 63-75 см и приходится на переходные слои от пачки известковистых пелитов к пестроцветным пелитам. Любопытно, что эти резкие количественные изменения совпадают с палеомагнитной границей Брюнес/Матуяма (730 тыс. лет по абсолютной шкале [Борзенкова, 1992; Зубаков, 1986]).

В нижележащем интервале 99-106 см на станции 07 вновь появляются *F. wuellerstorfi* и увеличивается общее количество раковин, здесь же возрастает численность планктона. То же явление наблюдается в интервале 75-95 см на станции 02 (вновь появляются *F. wuellerstorfi*, *Lernina micae*, впервые отмечаются *Pyrgo rotalaria*). Планктонные фораминиферы указывают на некоторое повышение температуры поверхностных вод.

В средней части пестроцветной пачки в колонке 07 (интервал 106-150 см) бентосные известковистые фораминиферы немногочисленны, *F. wuellerstorfi* и милиолиды встречаются спорадически в единичных экземплярах, вновь отмечается появление агглютинирующих *Cyclammina pseudopussila*. Встречены мелководные *Elphidium*. Редкие планктонные фораминиферы указывают как будто на период похолодания. Однако следует иметь в виду, что в интервале 117-150 см на станции 07 (под слоями, отражающими эпизод Харамильо) в составе бентоса встречены, хотя и в единичном числе, такие атлантические элементы, как *Fontbotia wuellerstorfi* и особенно теплолюбивая бореальная *Bulimina aculeata*. На этом же стратиграфическом уровне И. Херман в колонке ТЗ.67-12 с хребта Менделеева обнаружила теплолюбивых планктонных *Globorotalia* (рис. 7). В этом же интервале в нашем материале, как и в американском, отмечено появление булиминид (*Bolivina arctica* у И. Херман). В колонке 02 можно выделить видимо близкий по возрасту интервал 95-133 см с *Lernina micae*, многочисленными *Pyrgo rotalaria* и единичной находкой шельфового плиоценового (по старой номенклатуре) или плиоцен-

эоплейстоценового(?) вида *Cibicides grossus* (В.Я. Слободин [*Основные..., 1983*]). Вид *F. wuellerstorfi* здесь отсутствует.

Ниже на станции 07 выделяется интервал 150-160 см с пиковым содержанием *F. wuellerstorfi* и атлантическими *Parafissurina* spp. Здесь же встречены известные на палеошельфах арктических морей тихоокеанские теплолюбивые (бореальные) мигранты *Glandulina nipponica* и *Elphidium florentinae* (см. усть-соленинский и кочоский комплексы Западной Сибири [*Основные..., 1983*]). Обильны здесь и планктонные фораминиферы. На станции 02 в интервале 133-157 см бентосные фораминиферы, как и планктонные, редки. Интервал с *F. wuellerstorfi* на станции 2 приходится на глубину 157-167 см, особенно обилен этот вид в верхней части интервала (157-165 см). Здесь же отмечены атлантические *Parafissurina groenlandica*, *Pyrgo rotalaria*.

Нижележащие отложения пестроцветной пачки и подстилающей ее пачки крапчатых пелитов (195-245 см в колонке 07) в обеих станциях практически не содержат известковых раковин, зато в них встречены агглютинирующие фораминиферы, как довольно обильные молодые кайнозойские виды (колонка 07, доминируют *Cyclammina pseudopussila* и *Pseudosiphonella* spp.), так и переотложенные меловые с незначительной примесью кайнозойских видов (колонка 02).

Таким образом, по бентосным фораминиферам в разрезе колонки 07 четко выделяются следующие комплексы: с *Fontbotia wuellerstorfi*, *Oridorsalis tener*, *Triloculina trichedra*, *Miliolinella* ex gr. *subrotunda* (интервал 0-57 см), условно названный атлантическим. Для интервала развития этого комплекса характерны колебания численности доминирующих видов, отражающие периоды усиления и ослабления атлантического течения в Арктике. В пределах этого комплекса особо выделяется интервал с бореальным видом *Bulimina aculeata* (30-48 см), вероятно, отвечающий теплому максимуму. Этот комплекс охватывает 2 литологические пачки: пачку коричневого окисленного пелитов и пачку известковистых пелитов.

Ниже выделяется очень бедный в видовом и количественном отношении комплекс, в котором появляются единичные тихоокеанские *Cyclammina pseudopussila* и *Cyclogyra lacunosa* (интервал 57-150 см). Этот комплекс охватывает верхнюю часть пачки пестроцветных пелитов.

Ниже комплекс фораминифер обогащается за счет таких атлантических видов как *Fontbotia wuellerstorfi*, *Parafissurina* spp., особенно многочисленных в интервале 150-160 см, при постоянном присутствии *Cyclammina pseudopussila* и единичных обитателей арктических палеошельфовых морей *Glandulina nipponica*, *Criboelphidium orbiculare*, *Elphidium* cf. *florentinae* (интервал 150-185 см). В этом же интервале обильны планктонные фораминиферы *Globigerina bulloides*, которые, скорее всего, связаны с поступлением в Арктику относительно теплых тихоокеанских вод. Этот комплекс приурочен к нижней части пачки пестроцветных пелитов, кроме самых ее низов (интервал 185-205 см), где фораминиферы практически отсутствуют.

Наконец, в самых нижних слоях колонки, в пачке крапчатых пелитов, встречен комплекс с агглютинирующими (песчаными) фораминиферами, среди которых преобладают тихоокеанские *Cyclammina pseudopussila* и *Pseudosiphonella* spp. Присутствие агглютинирующих видов тихоокеанского происхождения указывает на соединение в этот период Центрально-Арктического бассейна с Тихим океаном и интенсивное поступление глубинных бедных кислородом и карбонатом кальция тихоокеанских вод. Этот интервал может быть сопоставлен с позднеплиоценовым интервалом в Норвежско-Гренландском бассейне, когда вследствие ограниченного поступления Атлантических вод и общим похолоданием в осадках практически исчезают известковые фораминиферы, резко беднеют микроорганизмы с кремнистым цементом [*Саидова, 1982*].

Колонка ТЗ. 67-12 + на склоне Канадской котловины
в южной части хр. Менделеева (80° 21.9N, 173° 33W),
глубина 2867м [по I.Herman, 1974]

Колонка АФ-00-07
на поднятии Менделеева,
глубина 1550м

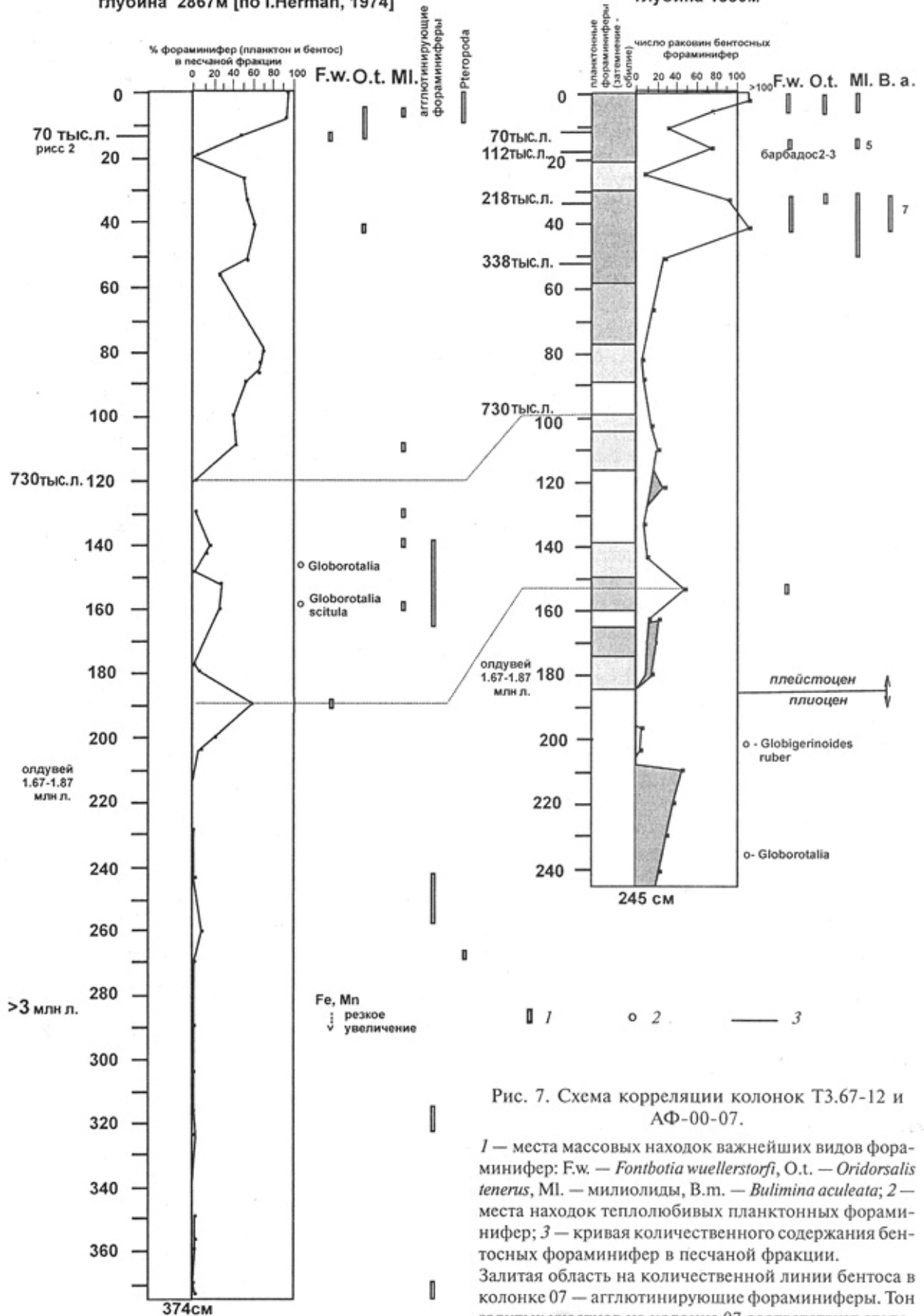


Рис. 7. Схема корреляции колонок ТЗ.67-12 и АФ-00-07.

1 — места массовых находок важнейших видов фораминифер: F.w. — *Fontbotia wuellerstorfi*, O.t. — *Oridorsalis tenerus*, Ml. — милиолиды, B.m. — *Bulimina aculeata*; 2 — места находок теплолюбивых планктонных фораминифер; 3 — кривая количественного содержания бентосных фораминифер в песчаной фракции.

Залитая область на количественной линии бентоса в колонке 07 — аглотинирующие фораминиферы. Тон залитых участков на колонке 07 соответствует степени обилия планктонных фораминифер (белый — единичные раковины).

Осадки в колонке 02 содержат значительно более обедненный комплекс фораминифер, что может быть связано с ее большей глубиной (3300 м) в зоне распространения глубинных арктических вод с отрицательными температурами.

Остракоды (табл. II)

Изучалась систематика, распределение и экология бентосных остракод по разрезу грунтовых колонок АФ-00-07 и АФ-00-02 (соответственно 26 и 23 пробы с остракодами). Для определения глубоководных видов бентосных остракод использовались публикации зарубежных палеонтологов [Joy & Clark, 1977; Cronin & Holtz, 1994; Cronin, 1998; Whatley & Mognilevsky, 1996]. Количественные характеристики распространения остракод по разрезам колонок сведены в таблицы (рис. 8,9). Общий состав комплексов, выделенных в изучаемых разрезах поднятия Менделеева, превышает 27 видов и включает как арктические глубоководные эндемики, так и виды, характерные для батияльно-абиссальных отложений Гренландского моря, Северного моря и Северной Атлантики и в меньшей степени Северной Пацифики. Наряду с ними в отдельных интервалах присутствуют арктические и атлантические умеренно-холодноводные сублиторальные виды.

Распределение остракод по разрезам станций позволило выявить несколько уровней резкой смены состава в разрезах донных отложений, вскрытых этими колонками, и отражающие изменение гидробиологии и общих палеоокеанологических условий осадконакопления в разрезах изучаемых станций.

Наиболее четко закономерности в распределении сообществ остракод в толще осадков выявлены в верхних частях колонок для станции 07 (интервал 0-57 см) и для станции 02 (интервал 0-63 см). Встреченные в этих интервалах комплексы характеризуются большим видовым разнообразием и высоким количественным содержанием и приурочены к пачкам окисленных и особенно известковистых пелитов. Сохранность раковин остракод и их обилие в донных осадках этого интервала достаточно точно отражает их высокую продуктивность, что свидетельствует о формировании всего интервала под сильным влиянием относительно теплых атлантических вод, хорошо насыщенных карбонатом кальция.

В верхнем, приповерхностном, слое обеих колонок встречен обычный для глубоководных отложений океанический комплекс остракод, насчитывающий 12 родов и 23 вида, среди которых преобладают атлантические и арктические океанические глубоководные виды, наряду с которыми в самом верхнем интервале 0-5 см станции 07 и 0-2 см станции 02 встречены умеренно-холодноводные сублиторально-батияльные виды.

Ниже по разрезу на станции 07 (интервал 14-21 см) и на станции 02 (интервал 3-17 см) встречен атлантический океанический комплекс с *Henryhowella asperimma*, *Krithe* spp., для которого доминантными видами являются атлантические батияльно-абиссальные виды *Cytheropteron carolinae* Whatley and Clark, *C. alatum* Sars, *C. hamatum* Sars, *Argilloecia conoidea* Sars, *Pseudocythere caudata* Sars, *Henryhowella asperimma* (Reuss), *Krithe* spp., последние два являются видами-индексами и характеризуют только этот интервал. В меньшем количестве представлены атлантические сублиторально-батияльные виды *Krithe glacialis* Brady, Grosskey et Robertson, *Eucythere argus* Sars, *Eucythere* sp. Встречены также единичные аркто-бореальные сублиторальные виды *Cytheropteron pseudoinflatum*, *Cluthia cluthea*, *Sclerochilus contortus*, *Finmarchinella* sp. Очень характерны массовые находки (до 60% от общего количества) разнообразных видов рода *Polyscope* (7 видов), переходящие и в нижележащие отложения, и свидетельствующие об усилении влияния Атлантических водных масс, хорошо насыщенных карбонатом кальция.

Обедненная в видовом отношении ассоциация остракод, но близкая по систематическому составу, встречена на глубине 21-30 см станции 07 и 17-27 см на станции 02 и указывает на формирование комплекса при ослабленном влиянии Атлантического течения.

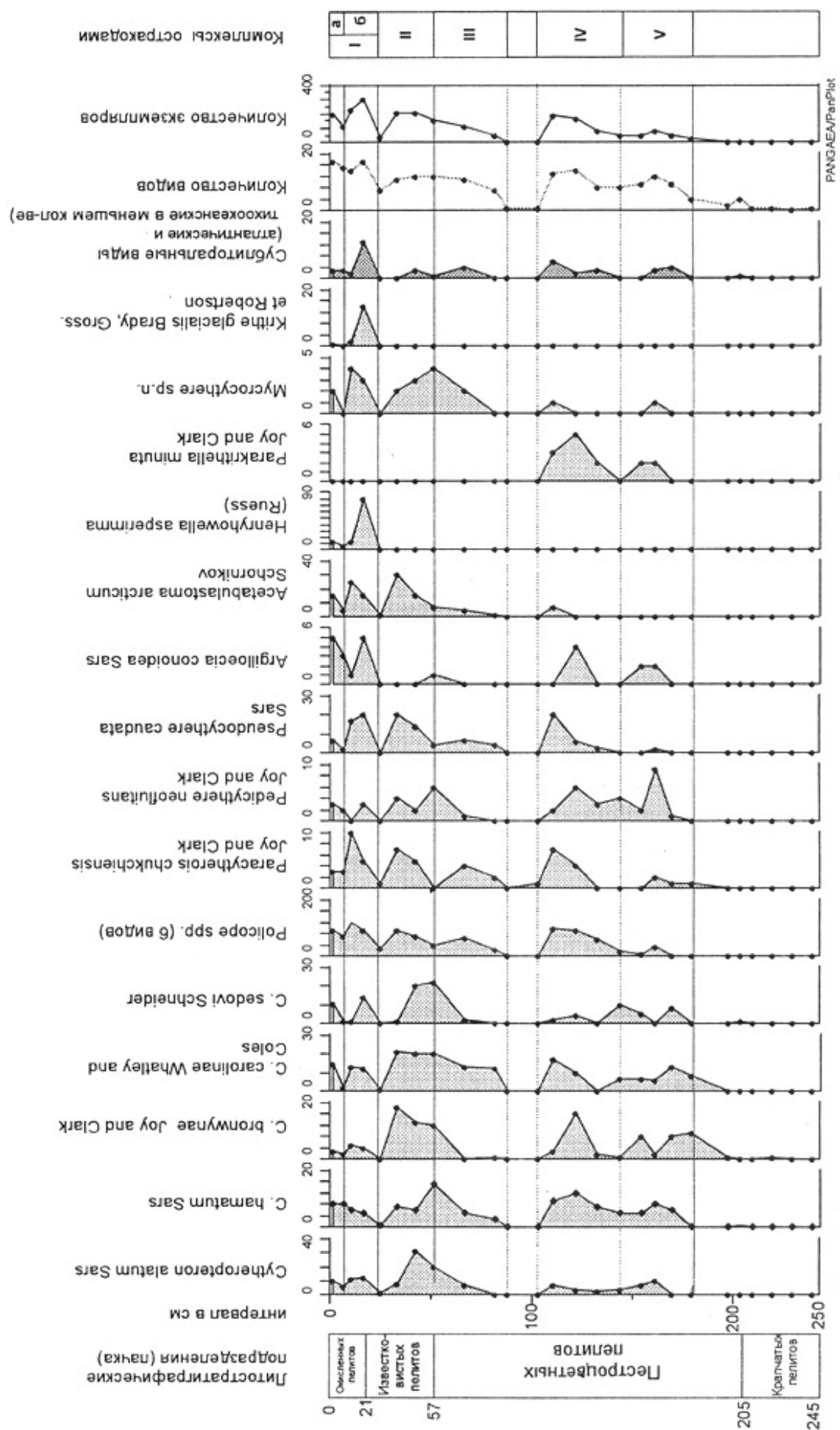
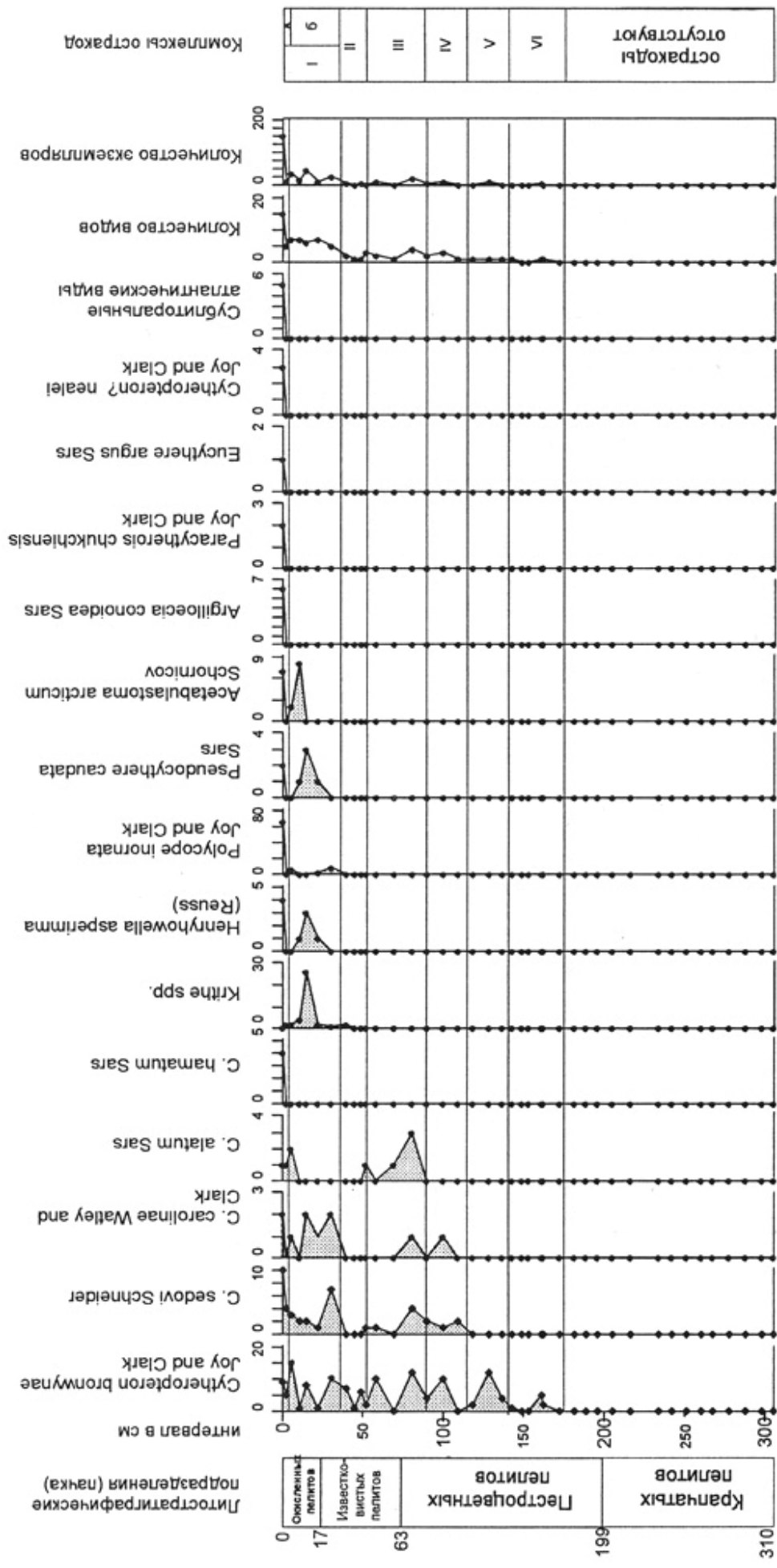


Рис. 8. Систематический состав и биостратиграфическое расчленение колонки станции АФ-00-07 по комплексам остракод.

Комплексы остракод: I — с *Henryhowella asperima*, *Krithe* spp.; а — умеренно-тепловодный (инт. 0—5 см), б — теплый максимум (инт. 14—21 см); II — с *Cytheropteron caroliniae*, *C. bronwunae*, *C. alatum* — тепловодный (инт. 30—57 см); III — с *Cyretta teshkekukensis* — умеренно-тепловодный с сублиторальными видами (инт. 57—78 см); IV — с *Pedicythere neofluitans*, *Parakritihella minuta* — тепловодный (инт. 106—128 см); V — с *Cytheropteron bronwunae*, *Parakritihella minuta* — умеренно-тепловодный (инт. 150—185 см); не обозначенные цифры — комплексы с единичными глубоководными видами (инт. 78—106 см и 195—245 см).



PANGAEA/PanPlot
 от. 2 o.bt - 02.06.2006 16:24 h

Рис. 9. Систематический состав и биостратиграфическое расчленение колонки станции АФ-00-02 по комплексам остракод. Комплексы остракод — рис. 8.

Под этим интервалом в колонке 07 вскрыты отложения, содержащие комплекс с *Cytheropteron bronwynae*, *C. carolinae*, *C. alatum* (интервал 30-57 см). Этот интервал с наиболее разнообразной и богатой остракодовой фауной приурочен к нижней и средней частям пачки известковистых пелитов. Этот комплекс более глубоководный и относительно теплолюбивый, на что указывает увеличение численности остракод, относящихся к батинально-абиссальной группе Арктического бассейна (*Cytheropteron bronwynae* Joy and Clark, *C. carolinae* Wahltley and Clark, *C. sedovi* Schneider). В значительном количестве встречен теплолюбивый вид *Pseudocythere caudata* Sars, наиболее многочисленный в пробе 30-38 см. Для комплекса характерно отсутствие мелководных сублитеральных видов, что, возможно, свидетельствует о теплом периоде осадконакопления при относительно высоком уровне океана. Очень характерны массовые находки вида *Acetabulastoma arcticum* Schornikov, встреченного и в вышележащем интервале, но не переходящего ниже по разрезу. По данным Шорникова [Shornikov, 1970], вид *A. arcticum* паразитирует на организмах (amphipods), которые живут на переходе (контакте) вода-лед, и таким образом может быть индикатором ледово-морских условий. На станции 02 на этом уровне (27-52 см) полностью исчезают атлантические глубоководные, умеренно-холодные виды, в комплексе доминирует один вид *Cytheropteron bronwynae* Joy and Clark, являющийся арктическим глубоководным эндемиком, живущий ныне в Арктическом океаническом бассейне на глубинах от 2500 м до 4000 м [Cronin, 1998]. Этот факт подтверждает, что формирование осадка в этом интервале также связано с углублением океанического бассейна.

Ниже по разрезу станции 07 (интервал 57-78 см) происходит резкое изменение комплекса на видовом уровне, практически исчезает глубоководный арктический вид *Cytheropteron bronwynae*, единичными, часто ювенильными формами или обломками представлены атлантические глубоководные виды, что возможно свидетельствует об изменении гидрологического режима океанического бассейна, и на слабую связь с Атлантикой. На глубине 57-78 см встречен мелководный вид *Cytheretta teshekpuakensis* Swain (хорошей сохранности). Это аркто-бореальный вид, характерный для прибрежно-морских условий осадконакопления, известный из современных осадков Бофортского залива, Новосибирских островов, Земли Франца-Иосифа, и в ископаемом состоянии из формации Губик Арктического побережья Аляски [Swain, 1963]. Этот интервал охватывает верхнюю часть пестроцветной пачки станции 07, и его можно сопоставить с интервалом 52-63 см станции 02, в котором встречен аналогичный обедненный остракодовый комплекс с *Cytheropteron bronwynae*, *C. sedovi*, приуроченный к подошве пачки известковистых пелитов.

Под этим интервалом в колонке 07 происходит резкое обеднение остракодового комплекса. В интервале 87-106 см станции 07 остракоды практически отсутствуют. Встреченные единичные раковины остракод явно несут следы растворения. Единичными ювенильными формами глубоководных остракод охарактеризован интервал 63-75 см станции 02. Возможно, что эти отложения формировались в период регрессии, что было связано с похолоданием.

Комплекс остракод с *Pedicythere neofluitans*, *Parakrithella minuma* из нижележащих осадков, приуроченных к средней части пачки пестроцветных пелитов (106-128 см), резко отличается от вышележащего обедненного комплекса, большим видовым разнообразием и высокой для данного интервала численностью. Характерной чертой комплекса является преобладание ювенильных форм над взрослыми и присутствие в нем целых раковин остракод, что, возможно, связано с изменениями гидрологических условий в бассейне осадконакопления в этом интервале. Наряду с глубоководными видами, которые представлены в основном ювенильными формами, встречены остракоды, впервые описанные Джой и Кларком [Joy & Clark, 1977] из глубоководных отложений Канадского бассейна: *Pedicythere neofluitans* Joy and Clark, *Parakrithella minuma* Joy and Clark, *Paracytheroideis chukchiensis* Joy and Clark. В комплексе также присутствуют единичные

тихоокеанские сублиторальные аркто-бореальные виды *Palminella limicola* Brady and Norman, *Robertsonites tuberculatus* Sars, *Cytherura* sp., известные из плиоцена Сахалина (маруямская свита). Ассоциация остракод явно испытывала тихоокеанское влияние, несмотря на то, что связь с Северной Атлантикой продолжала существовать и в этот период. Отсутствие вида *Acetabulastoma arcticum*, характеризующего ледово-морские условия, скорее всего, указывает на относительно тепловодные и менее глубоководные условия по сравнению с тепловодным комплексом, встреченным на более высоком уровне в разрезе колонки. Этому интервалу в разрезе станции 02 соответствует интервал 75-105 см, для которого также характерно преобладание ювенильных форм и обломков раковин, что возможно свидетельствует об усилении придонных течений. Появление видов *Cytheropteron carolinae*, *C. alatum* указывает на менее глубоководную часть океанического бассейна в пределах батинально-абиссальной зоны и на слабую связь с Атлантикой.

В интервале 128-50 см станции 07 встречен обедненный тепловодный комплекс с ослабленным атлантическим влиянием, ему соответствует на станции 02 интервал 105-146 см с обедненным арктическим комплексом с *Cytheropteron bronwynae*; оба этих комплекса приурочены к средней части пачки пестроцветных пелитов.

Еще ниже в разрезе станции 07 (интервал 150-185 см) встречен комплекс, охарактеризованный умеренно-тепловодными глубоководными остракодами, указывающими на атлантическое и слабое тихоокеанское влияние. Среди глубоководных видов остракод доминирует арктический глубоководный эндемик *Cytheropteron bronwynae* Joy and Clark, полностью исчезает атлантический теплолюбивый вид *Pseudocythere caudata* Sars, единичными экземплярами представлены тихоокеанские умеренно-тепловодные сублиторальные виды. На станции 02 на этом уровне вскрыт интервал 146-167 см, которому соответствует холодноводный комплекс остракод со слабым влиянием Атлантики.

В нижней части пачки пестроцветных пелитов и подстилающей ее пачки крапчатых пелитов в интервале 167-310 см станции 02 остракоды отсутствуют, на станции 07 на этом уровне (195-245 см) встречены единичные арктические ювенильные формы остракод. Сохранность раковин плохая, поверхность их растворена, они рассыпаются при попытке взять образец. Это явно указывает на недостаток карбоната кальция в воде, что связано с геохимией придонных вод неблагоприятных для обитания раковин с известковистой стенкой. Для этого интервала характерно появление массы мелких железомарганцевых конкреций.

Итак, в разрезах колонки 07 и 02 прослежена экологическая смена комплексов бентосных остракод по разрезу, и выделены пять тепловодных и умеренно-тепловодных комплексов с характерными видами-индексами, охватывающих отдельные интервалы колонок и указывающих на периоды наиболее оптимальных гидробиологических условий для развития фауны остракод, выразившийся в резком увеличении численности и расширении ареалов некоторых тепловодных видов (рис. 4, 10). Эти относительно теплые периоды в формировании сообществ остракод чередуются с периодами, для которых характерны обедненные умеренно-холодные комплексы, либо единичные холодноводные и глубоководные ювенильные виды.

Несмотря на разные фациальные условия в обеих колонках, что отразилось на составе изучаемых комплексов остракод, прослежена одинаковая закономерность в развитии океанической остракодовой фауны, отражающей изменение гидробиологических условий в океаническом бассейне. Слои с характерными атлантическими умеренно-холодными океаническими видами, приуроченные к пачке известковистых пелитов, указывают на наиболее благоприятные гидробиологические условия для развития бентосных остракод в районе поднятия Менделеева, обусловленные увеличением интенсивности атлантического течения и вероятным подъемом уровня океана в этот период. Эти слои с остракодами могут служить маркирующими при стратиграфическом расчленении и корреляции осадков глубоководной части Арктического океана.

ИНТЕРВАЛ ПРОБЫ в см	ВОЗРАСТ по радиохимии (U/Th), тыс.л.	Количество фораминифер (видов-штук)	Придонная обстановка	Количество остракод (видов-штук)	Придонная обстановка	Обстановка в поверхно- стных водах по планктону	Вероятное соответствие изотопной шкале Эмслина: № стадии и ее возраст в тыс.л.	Палео- магнитные определения Литострат. подраздел. (Пачка)	ОБЩИЕ СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ		Хроноло- гические рубежи млн лет
									ОТДЕЛ	ПОД- ОТДЕЛ	
0	0-5	11-205	Теплое атланти- ческое течение (АТ)	17-191	Теплое атланти- ческое течение (АТ)			Б Р Ю Н Е С	Окисленных пелитов	ГОЛОЦЕН	0.01
	5-8	41.1-42.5+2.8	Ослабление АТ	15-114		Обильные раковины, преобладают теплые АТ	3 (40-53)				
10	8-14	69.6+4.6 71.9+4.8	Преобладают холодные воды	14-229	Ослабление АТ		4 (53-73)				
20	14-21	110.8+7.4 114.1±7.7	Усиление АТ	17-295	Усиление АТ		5 (73-128) Сангамон				
30	21-30		Преобладают холодные воды	7-37	Преобладают холодные воды	Преобладают холодные воды	6 (128-190)				
40	30-38	215±14.4 222.0±15.0	Усиление АТ	11-208	Усиление АТ		7 (190-225)				
	38-48		Теплое АТ	12-202	Теплое АТ	Обильные раковины, преобладают теплые АТ	8-9 перерыв?				
50	48-57	332.0±22.0 343.0±23.0	Ослабление АТ	12-150	Ослабление АТ		10 (336-360)				
60											
70	57-78		Преобладают умеренно- холодные воды	11-112	Преобладают умеренно- холодные воды	Преобладают умеренные АТ					
80	78-87		Преобладают холодные воды	7-46	Преобладают холодные воды	Преобладают холодные воды					
90	87-89										
	89-99		Нет образца				перерыв	730 тыс.л.	Известковистых пелитов	ПЛЕЙСТОЦЕН	0.8
100	99-106		4-12	Преобладают умеренно- холодные воды	1-1	Преобладают холодные воды	Преобладают умеренные АТ				
110	106-117		8-20	Усиление влияния тихоокеанских вод	13-179	Преобладают атлантические умеренно- холодные воды с тихоокеанским влиянием	Преобладают холодные воды				
120	117-128		9-30	Преобладают умеренно- холодные воды	14-165	Преобладают умеренно- холодные воды с тихоокеанским влиянием	Преобладают холодные воды				
130	128-139		7-11	Преобладают умеренно- холодные воды	8-80	Преобладают умеренно- холодные воды					
140	139-150		8-17	Усиление теплого АТ	8-52	Преобладают умеренно- холодные воды					
150	150-160		15-107	Преобладают умеренно- холодные воды с заметным тихоокеанским влиянием	9-47	Преобладают умеренно- холодные воды с заметным тихоокеанским влиянием	Преобладают тихоокеанские воды				
160	160-165		8-20	Преобладают умеренно- холодные воды с заметным тихоокеанским влиянием	12-79	Преобладают умеренно- холодные воды с заметным тихоокеанским влиянием					
170	165-175		9-17	Преобладают умеренно- холодные воды с заметным тихоокеанским влиянием	9-44	Преобладают умеренно- холодные воды с заметным тихоокеанским влиянием					
180	175-185		6-14	Нет образца	4-22						
190	185-195		Нет образца						Пестроцветных пелитов	ЗОПЛЕЙСТОЦЕН	1.8
200	195-202		8-8	?	2-2						
	202-205		2-2		4-5						
210	205-215		4-47		1-1	Единичные раковины	Единичные раковины				
220	215-225		5-41	Преобладают глубинные застойные воды с сильным тихоокеанским влиянием	1-1						
230	225-235		2-32		0						
240	235-245		5-35		1-1						

Рис.10. Биофацциальная и возрастная характеристика осадочного разреза, вскрытого грунтовой колонкой АФ-00-07.

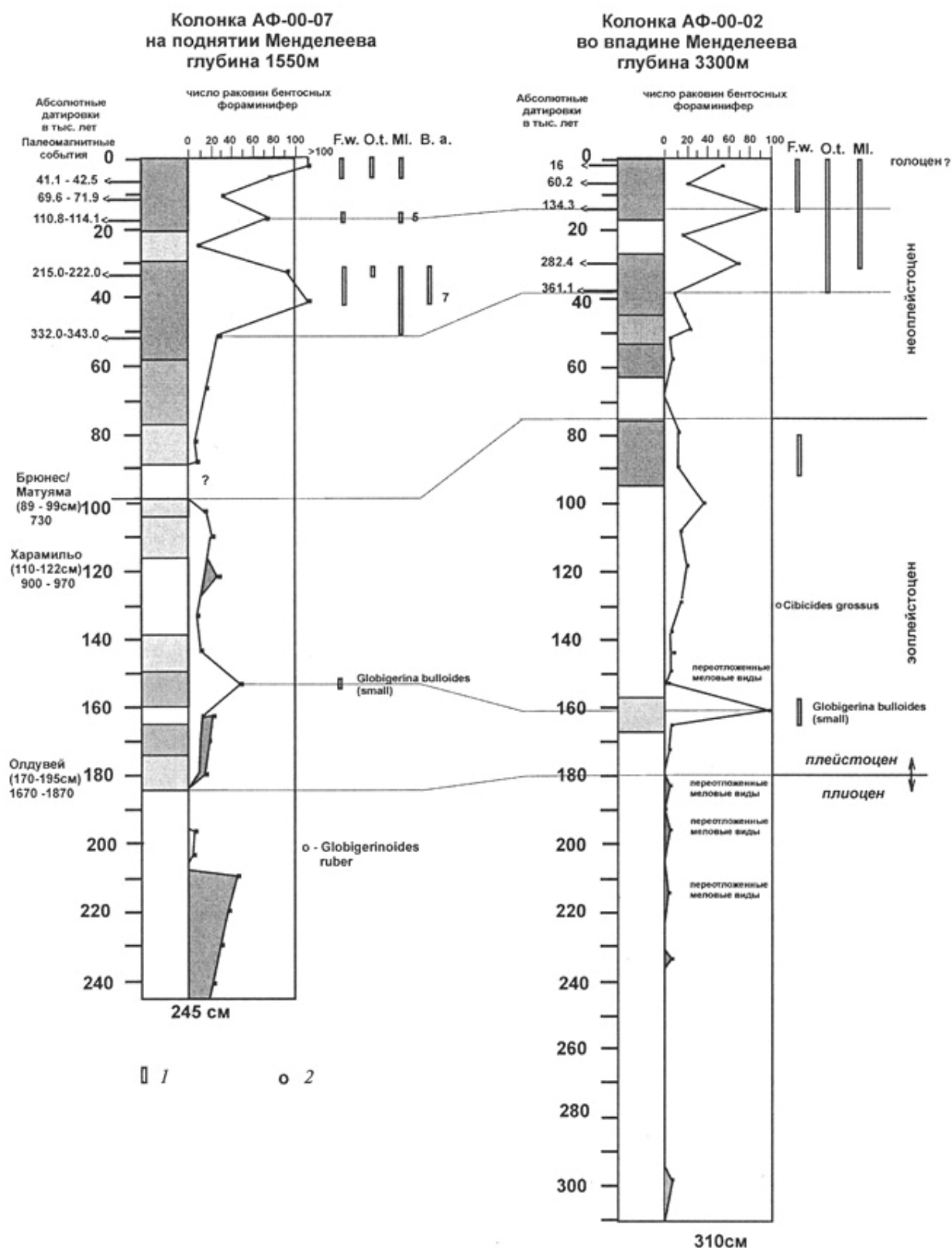


Рис. 11. Сопоставление разрезов колонок донных отложений на станциях АФ-00-02 и АФ-00-07 по фораминиферам.

1 — места массовых находок важнейших видов фораминифер: F.w. — *Fontbotia wuellerstorfi*, O.t. — *Oridorsalis tenerus*, Ml — мииолиды, B.a. — *Bilimina aculeata*; 2 — *Globorotalia* — места находок раковин теплолюбивых планктонных фораминифер. Залитая область на количественной линии бентоса — агглютинирующие фораминиферы. Тон залитых участков на колонках соответствует степени обилия планктонных фораминифер (белый — единичные раковины).

Анализ результатов

Сопоставляя результаты, полученные при изучении бентосной и планктонной фауны (фораминиферы и остракоды), можно отметить их хорошую сходимость. Прежде всего, хорошо выделяются этапы усиленного и ослабленного влияния Атлантического течения на бентосные фораминиферы и остракоды, что позволяет выделять теплые и холодные стадии четвертичного периода (стадии межледниковий и оледенений) в разрезах изученных колонок (рис. 4, 11). Общими являются как поздний этап развития бассейна с преобладанием в нем атлантических видов, так и более ранний с атлантическими и тихоокеанскими видами. Несколько особое положение занимает начальный этап с агглютинирующими тихоокеанскими видами бентосных фораминифер, так как других групп фауны в осадках этого этапа практически не встречено. Данные по планктонным фораминиферам (их обилие указывает на ослабление или исчезновение ледникового покрова) также удовлетворительно сопоставляется с общей картиной, выявленной по бентосу. По всем группам четко выделяется по крайней мере четыре «межледниковых» стадии и пятая (наиболее древняя из выделяемых «теплых» стадий), связанная с прорывом тихоокеанского(?) глобигеринового планктона и массовыми бентосными космополитными *Fontbotia wuellerstorfi*, а также смешанным атлантическо-тихоокеанским глубоководным комплексом остракод.

Для привязки выделенных стадий и комплексов микрофауны к общей стратиграфической шкале мы использовали сопоставление выделенных этапов и стадий развития планктона и бентоса с палеомагнитными и радиохимическими датировками по колонкам (рис. 10).

Самая молодая датировка в колонке 07 падает на интервал 5-8 см и равняется $41,1-42,2 \pm 2,8$ тыс. л. Бентос этого образца указывает на снижение влияния Атлантики, т.е. о понижении температуры вод по сравнению с предшествовавшим периодом, отраженным в поверхностном (0-5 см) слое, поэтому можно полагать, что состав бентоса вполне отвечает датировке, соответствующей 3 (относительно теплой) изотопной стадии Эмилиани (в Висконсине) [Борзенкова, 1992; Брэкер и Ван Донк, 1974]. В этом случае поверхностный осадок (0-5 см) мог формироваться в еще более теплый период Висконсина, либо, если он голоценового возраста, то в колонках присутствует скрытый перерыв внутри пачки окисленных пелитов. Косвенно в пользу отсутствия голоценовых осадков в разрезе свидетельствует отсутствие в поверхностном слое агглютинирующих видов фораминифер - характерного элемента современной абиссально-батиальной группы видов.

Следующая датировка $69,6 \pm 4,6$ и $71,9 \pm 4,8$ тыс. л. в интервале 8-14 см может быть связана с фазой дальнейшего ослабления теплого атлантического течения в следующую 4 стадию Висконсина.

Датировка образца 14-21 см дала значения $110,8 \pm 7,4$ и $114,1 \pm 7,7$ тыс. л. Эти датировки соответствуют 5 стадии, связанной с межледниковьем Сангамон, что хорошо коррелируется с показателями теплых атлантических течений по всем группам бентоса и планктона.

Для образца инт. 30-38 см получены датировки $215 \pm 14,4$ и $222,0 \pm 15,0$ тыс. л., соответствующие 7 стадии Эмилиани. Как указывалось выше, интервалу 30-48 см соответствует миграция в Полярный бассейн наиболее теплолюбивого бореального вида *Bulimina aculeata*.

Пятая и седьмая стадии разделены интервалом с резким снижением численности планктона и бентоса (образец инт. 21-30 см), что, очевидно, соответствует холодной 6 стадии. Поскольку следующие датировки $332,0 \pm 22,0$ и $343,0 \pm 23,0$ тыс.л. из интервала 48-57 см скорее всего соответствуют 10 (холодной) стадии, что отвечает составу бентоса, можно предполагать выпадение в разрезе слоев, соответствующих 8 и 9 стадиям. Планктонные фораминиферы всех интервалов от 30 до 57 см обильны и указывают на теплые поверхностные воды.

Ниже в разрезе станции 07 вплоть до границы смены магнитной полярности Брюнес/Матуяма (730 тыс. л.) на глубине около 100 см происходит снижение численности и разнообразия всех групп планктона и бентоса, вплоть до единичных значений близ прохождения этой границы (по бентосу интервал 87-106 см с пропуском одного образца). По планктону отмечена вспышка численности в интервале 99-106 см.

Переход к более низкой части разреза, отвечающей палеомагнитной эпохе Матуяма, связан с существенным изменением состава бентосных фораминифер и остракод. Среди фораминифер здесь существенно увеличивается агглютинирующая составляющая, в составе которой присутствуют тихоокеанские виды. Среди остракод также отмечается обилие мелких ювенильных раковин, появление новых глубоководных видов, описанных из Канадской котловины и тихоокеанских сублиторальных арктобореальных видов, известных в плиоцене Сахалина. Эта часть разреза на ст. 07, в свою очередь, разделяется на две части - верхнюю (106-185 см) и нижнюю (185-245 см). В верхней части еще сохраняются известковистые *Fontbotia wuellerstorfi* и милиолиды и появляются разнообразные мелкие булиминиды, а в нижней - известковистые бентосные фораминиферы, как и остракоды, практически отсутствуют. Из планктонных фораминифер в заметном числе отмечены только *Globigerina bulloides*.

Микрофауна из нижней части разреза свидетельствует о преимущественном влиянии на Полярный бассейн в этот период тихоокеанских глубинных вод с низким содержанием карбоната кальция (песчаные глубоководные фораминиферы, мелкие булиминиды, указывающие на недостаток кислорода, мелкий планктон, представленный главным образом *Globigerina bulloides*, тонкие, разваливающиеся раковины тихоокеанских остракод). Как известно, связь тихоокеанского и полярного бассейнов с миграцией планктона и мелководных тихоокеанских видов в Арктику произошла в конце миоцена и в плиоцене (три периода открытия по А. и Ю. Гладенковым [Гладенков, 1988; Гладенков и Гладенков, 2004]), при этом связь с Атлантическим океаном скорее всего отсутствовала [Основные..., 1983]. Очевидно, что этот возраст следует принять и для глубоководного батинально-абиссального комплекса нижней части разреза изученных колонок, тем более что ее плиоценовый возраст следует из положения в разрезе ниже палеомагнитного события Олдувей.

Таким образом, полученные различными методами абсолютные датировки и анализ планктонной и бентосной микрофауны, сопоставленный с известными палеотемпературными океаническими стадиями или ярусами, а также с палеогеографическими событиями позволяет выделить в разрезах изученных колонок отложения плейстоцена и плиоцена. Отложения голоцена достоверно не выделены. Плейстоцен, по принятой в настоящее время шкале, расчленяется на эоплейстоцен и неоплейстоцен с границей по палеомагнитной инверсии Брюнес/Матуяма. Материалы по колонке 07 показывают, что установившееся в плиоцене влияние тихоокеанских вод на микрофауну арктического бассейна сохранялось на протяжении эоплейстоцена, постепенно ослабевая и замещаясь атлантическим влиянием. Наиболее сильный прорыв атлантических вод в Арктику произошел около 200 тыс. л. назад и связан с 7 ярусом по изотопной океанической шкале.

Поскольку абсолютные датировки, полученные различными методами обычно заметно различаются друг от друга, мы попробовали сопоставить наши результаты с американскими результатами, полученными по колонке ТЗ.67-12, поднятой с глубины 2867 м в южной части хр. Менделеева, на склоне Канадской котловины [Herman, 1974]. Прежде всего совпадает тенденция количественных изменений микрофауны, отраженная на приводимых графиках (рис. 7), положение палеомагнитной инверсии Брюнес/Матуяма на спаде количественной кривой, положение абсолютной отметки 70 тыс. л. на американской и нашей колонке (на глубине около 12 см), свидетельствующей о крайне малой мощности голоценовых и висконсинских отложений, сходное положение пика

известковых раковин микрофауны над палеомагнитным событием Олдувей и появление песчаных фораминифер в низах разреза.

Выводы

Комплексы фораминифер и остракод в осадочном разрезе колонок донных отложений дают взаимодополняющую информацию об условиях осадконакопления и процессах, их формирующих. Анализируя эти процессы и сопоставляя их с полученными данными по абсолютным датировкам отдельных образцов, палеомагнитным определениям границ инверсий мы можем представить возможную картину развития событий.

Отсутствие в поверхностном слое осадка агглютинирующих фораминифер - обычных обитателей абиссально-батиальных глубин Арктического бассейна может служить косвенным свидетельством размыва молодых голоценовых осадков на изученных морфоструктурах. Определение абсолютного возраста радиоуглеродным методом в верхнем 0-3,5 см слое колонки на станции 02 показало значение 16,0±1,0 тыс. л. (поздний Висконсин).

Отмеченное нами четкое снижение численности раковин бентосных видов фораминифер и остракод в интервалах 5-8 см в колонке 07 и 3-10 см в колонке 02, совпадает с радиохимическими определениями возраста 41,1 тыс. л. и 42,5 тыс. л. (+ 2,8 тыс. л.) в первой колонке и 60,2±5,1 тыс. л. во второй (интервал 3-10 см). Таким образом, эти осадки отлагались, если доверять приведенным данным, в период между ранним (около 65-70 тыс. л. назад) и поздним (около 20 тыс. л. назад) висконсинскими ледниковыми максимумами [Брэкер и Ван Донк, 1974], т.е. в относительно «теплом» отрезке времени висконсинского оледенения, что соответствует и составу микрофауны, сохраняющему виды, связанные с теплым атлантическим течением в Арктике, но в редуцированном количестве, а самый количественно бедный образец в интервале 8-14 см (колонка 07) показал по радиохимии значения 69,6±4,6 тыс. л. и 71,9±4,8 тыс. л., что соответствует раннему висконсинскому максимуму оледенения (4 изотопный ярус).

В этом случае наблюдаемое ниже по разрезам резкое увеличение численности атлантических видов в интервалах 14-21 см в колонке 07 и 10-17 см в колонке 02 может соответствовать интерстадиалу сангамону: соответствующие этим интервалам радиохимические определения 110,8±7,4 тыс. л., 114,4±7,7 тыс. л. в колонке 07 и 134,3±9,1 тыс. л. в колонке 02 указывают на 5 изотопный ярус.

Ниже по разрезу колонок выделяется интервал с очень низкой численностью бентоса (21-30 см в колонке 07 и 17-27 см в колонке 02). Он может соответствовать 6 изотопному ярусу океанической шкалы.

Следующий четко отличающийся интервал в колонке 07 - 30-48 см с очень богатым комплексом фораминифер и остракод. Среди фораминифер помимо обильных *F. Wuellerstorfi* выделяется бореальный вид *Bulimina aculeata* Orb., в северной Атлантике появляющийся в теплые межледниковые периоды. Н.В. Дружинина и др. [Дружинина и др., 1987] предположительно отнесли слои с этим видом к сангамону, т.е. 5 изотопному ярусу. По радиохимическим определениям возраста в колонке 07 (215,0±14,4 и 222,0±15,0 тыс. л.) этот интервал соответствует 7 изотопному ярусу. Нижележащий образец инт. 48-57 см с заметно обедненным холодноводным комплексом фораминифер имеет радиометрический возраст 332,0±22,0 и 343,0±23,0 тыс. л. (10? изотопный ярус). Таким образом, в осадочном разрезе колонки намечается перерыв, отвечающий 8 и, возможно, 9 стадиям. В то же время по планктону весь интервал от 30 до 57 см содержит однородный обильный атлантический комплекс.

В колонке 02 в интервале 27-34 см также наблюдается увеличение численности и видового разнообразия фораминифер, однако здесь отсутствуют виды, характерные для колонки 07, что затрудняет их сопоставление, а по радиохимии получен возраст 282,4±19,8 тыс. л., что соответствует 8 изотопному ярусу, а непосредственно ниже в

интервале с крайне редкими фораминиферами (34-44 см) возраст определен в 361,1±28,4 тыс. л., т.е., скорее всего, это 10 изотопный ярус.

Таким образом, в этой части разрезов по системе теплый - холодный периоды мы имеем соответствие разнообразия бентосных комплексов с радиоизотопными датировками, однако при этом «пропадает» теплая стадия 9 (а в колонке 07 - 8 и 9 изотопные ярусы), что, скорее всего, связано с перерывами в разрезах, вызванными перестройкой системы течений, связанной с прорывом теплых атлантических вод.

Микрофауна из нижней части разреза: песчаные глубоководные фораминиферы, мелкие балиминиды, указывающие на недостаток кислорода, мелкий планктон, представленный, главным образом, *Globigerina bulloides* и *Globigerinoides ruber*, тонкие, разваливающиеся раковины тихоокеанских остракод свидетельствует о преимущественном влиянии на Полярный бассейн в этот период тихоокеанских глубинных вод с низким содержанием карбоната кальция. Для отложений этой части разреза можно принять плиоценовый возраст, что согласуется с ее положением ниже палеомагнитного события Олдувей и представлениями А. и Ю. Гладенковых о связях тихоокеанского и полярного бассейнов в конце миоцена и в плиоцене.

Список литературы

1. Бараш М.С. Четвертичная палеоокеанология Атлантического океана. М., Наука, 1988. 272 с.
2. Борзенкова И.И. Изменения климата в кайнозое. СПб., Гидрометеиздат, 1992. 248 с.
3. Гладенков Ю.Б. Стратиграфия морского неогена северной части Тихоокеанского пояса (анализ стратиграфических схем дальневосточных районов СССР, Северной Америки и Японии). М., Наука, 1988. 212 с.
4. Гладенков А. Ю., Гладенков Ю.Б. [Начало формирования межконтинентальных связей Пацифики и Арктики через Берингов пролив в неогене](#) // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2004. Т. 12, №2. С. 72-89.
5. Дружинина Н.И., Куприянова Н.В., Басов В.А. К стратиграфии верхнекайнозойских отложений Норвежского моря // Стратиграфия и формирование океанических котловин Атлантики. Сб. науч. трудов. Л., ПГО «Севморгеология», 1987. С. 91-100.
6. Зубаков В.А. Глобальные климатические события плейстоцена. Л., Гидрометеиздат, 1986. 287 с.
7. Лукашина Н.П. Закономерности распределения бентосных фораминифер в Северной Атлантике // Океанология. 1988. Т. 28, №4. С. 632-638.
8. Основные проблемы палеогеографии позднего кайнозоя Арктики. Л., Недра, 1983. 263 с.
9. Саидова Х.М. Распределение бентосных фораминифер в верхнетретичных и четвертичных отложениях Исландской котловины и некоторые палеогеографические выводы // Геология дна Мирового океана. Атлантика. Биостратиграфия и тектоника (результаты бурения в 38-м рейсе «Гломар Челленджер»). М., Наука, 1982. С. 43-46.
10. Щедрина З.Г. Новые формы фораминифер из Северного Ледовитого океана // Тр. Дрейфующей экспедиции Главсевморпути на л/п «Г.Седов» 1937-1940 гг. Т. III. 1946.
11. Щедрина З.Г. К распределению фораминифер в Гренландском море // ДАН СССР. Т. IV, №9. 1947.
12. Щедрина З.Г. Фауна фораминифер северных морей СССР // Автореферат дис. канд. биол. наук. ЗИН АН СССР, 1949.
13. Брэкер У., Ван Донк Я. Колебания интенсивности инсоляции, объемы льда и содержание O¹⁸ в глубоководных колонках // Четвертичное оледенение Земли. М., Мир, 1974. С. 126-166.

14. *Shilov V.V. et al.* Stratigraphy of sediments from the Hakon Mosby Mud Volcano Area // *Geo-Marine Letters*. 1999. N. 19. P. 48-56.
15. *Clark D., Whitman R. et al.* Stratigraphy and glacial-marine sediments of the Amerasian Basin // *Geol. Soc. of America Spec. Paper*. 1980. 181. P. 1-57.
16. *Joy J.A. and Clark D.L.* The distribution, ecology, and systematics the benthic Ostracoda of the central Arctic Ocean // *Micropaleontology*. 1977. 23(2). P. 129-154.
17. *Cronin T.M., Holtz T.R.* Quaternary paleoceanography of the deep Arctic Ocean based on quantitative analysis of Ostracoda Marine // *Geology*. 1994. V. 119, N 3-4. P. 305-333.
18. *Cronin T.M.* Distribution of deep-Sea in the Arctic // *Ocean. Berichte*. 1998. N 305. P. 269-281.
19. *Herman I.* Arctic ocean sediments, microfauna and the climatic records in Late Cenozoic time // *Marine geology and oceanography of the Arctic Seas*. Springer-Verlag. Berlin-N.Y., 1974. P. 283-349.
20. *Rea D.K., Basov I.A. et al.* Initial Reports. V. 145. College Station, TX (Ocean Drilling Program), 1993. 1040 p.
21. *Schornikov E.I.* Acetabulastoma, a new genus of ostracodes // *Zool. Zhurn.* 1970, N 49, P. 1132-1143.
22. *Swain F.* Pleistocene Ostracoda from Gubik formation. Arctic coastal plain, Alaska // *J. Palaeont.* 1963. V. 37, N 4. P. 798-834.
23. *Whatley R., Moguilevsky A.* Recent ostracoda of the Scoresby Sund fjord system, east Greenland // *Rivista Espan. de Micropaleontologia*. 1996. V. XXVIII, N 2. P. 5-23.

Ссылка на статью:



Андреева И.А., Басов В.А., Куприянова Н.В., Шилов В.В. **Возраст и условия формирования донных осадков в районе поднятия Менделеева (Северный Ледовитый океан).** Материалы по фанерозою полярных областей и центральной части Срединно-Атлантического хребта (фауна, фауна и биостратиграфия). Труды ВНИИОкеангеология, Том 211, Санкт-Петербург, 2007, с. 131-152.

Объяснения к таблицам

Таблица I

Все фотографии сделаны по образцам станции 07

- Фиг. 1. *Fontbotia wuellerstorfi* (Schwager). x50. Интервал 150-160 см; эоплейстоцен
Фиг. 2. *Miliolonella* ex gr. *subrotunda* (Mont.). x70. Интервал 5-8 см; неоплейстоцен
Фиг. 3. *Robertinoides* sp. {cf. *charlottensis* (C u s h m.)}. x65. Интервал 0-2 см; голоцен?
Фиг. 4. *Parafissurina tectulostoma* Loeblich et Tappan x55. Интервал 38-48 см; неоплейстоцен
Фиг. 5. *Cyclammia pseudopussila* Saidova, 1975. x60. Интервал 57-78 см; неоплейстоцен
Фиг. 6. *Pseudonodosinella* sp. (cf. *bacillaris* Brady). x30. Интервал 195-202 см; плиоцен
Фиг. 7. *Bulimina aculeata* Orb. x64. Интервал 38-48 см; неоплейстоцен
Фиг. 8. *Triloculina trichedra* Loeblich et Tappan. x70. Интервал 5-8 см; неоплейстоцен

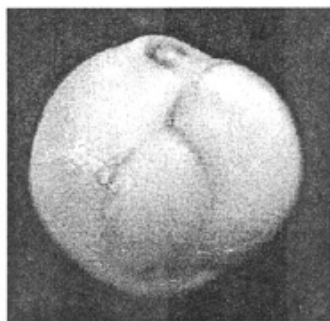
Таблица II

- Фиг. 1. *Pseudocythere caudata* Sars, 1865. Правая створка x89; СЛЮ, хр. Менделеева, ст. 07, инт. 14-21 см; верхний плейстоцен.
Фиг. 2. *Cytheropteron carolinae* Watley and Coles, 1987. Правая створка x76; СЛЮ, хр. Менделеева, ст. 07, инт. 30-38 см; верхний плейстоцен.
Фиг. 3. *Cytheropteron testudo* Sars, 1869. Левая створка x117; СЛЮ, хр. Менделеева, ст. 07, инт. 38-48 см; верхний плейстоцен.
Фиг. 4, 12 *Polyscope ? moenia* Joy and Clark, 1977. 4 - левая створка x81; 12 - правая створка x83; СЛЮ, хр. Менделеева, ст. 07, инт. 0-5 см; верхний плейстоцен.
Фиг. 5. *Cytheropteron sedovi* Schneider. Правая створка x110; СЛЮ, хр. Менделеева, ст. 07, инт. 38-48 см; верхний плейстоцен.
Фиг. 6 а, б. *Cytheropteron bronwynae* Joy and Clark, 1977.
6а - левая створка x54; 6б - правая створка x52; СЛЮ, хр. Менделеева, ст. 07, инт. 117-128 см; верхний эоплейстоцен.
Фиг. 7. *Cytheropteron hamatum* Sars, 1869. Правая створка x73; СЛЮ, хр. Менделеева, ст. 07, инт. 106-117 см; верхний эоплейстоцен.
Фиг. 8. *Eucythere macrolaminata* Elofson. Правая створка x73; СЛЮ, хр. Менделеева, ст. 07, инт. 8-14 см; верхний плейстоцен.
Фиг. 9. *Polyscope punctata* Sars, 1870. Правая створка x54; СЛЮ, хр. Менделеева, ст. 07, инт. 30-38 см; верхний плейстоцен.
Фиг. 10. *Henryhowella asperrima* (Reuss, 1950). Левая створка x59; СЛЮ, хр. Менделеева, ст. 07, инт. 14-21 см; верхний плейстоцен.
Фиг. 11. *Polyscope inornata* Joy and Clark, 1977. Левая створка x59; СЛЮ, хр. Менделеева, ст. 07, инт. 106-117 см; верхний эоплейстоцен.
Фиг. 12. *Polyscope semipunctata* Joy and Clark, 1977. Правая створка x59; СЛЮ, хр. Менделеева, ст. 07, инт. 106-107 см; верхний эоплейстоцен.
Фиг. 13. *Polyscope* sp. n. Створка x68; СЛЮ, хр. Менделеева, ст. 07, инт. 106-107 см; верхний эоплейстоцен.
Фиг. 14. *Parakrithella ? minuta* Joy and Clark, 1977. Левая створка x74; СЛЮ, хр. Менделеева, ст. 07, инт. 106-117 см; верхний эоплейстоцен.
Фиг. 16, 17 *Pedicythere neofluitans* Joy and Clark, 1977. 16 - правая x53; 17 - правая x57 створки; СЛЮ, хр. Менделеева, ст. 07, инт. 117-128 см; верхний эоплейстоцен.
Фиг. 18. *Krithella "bartonensis"* (Jones, 1856). Правая створка x91; СЛЮ, хр. Менделеева, ст. 07, инт. 14-21 см; верхний плейстоцен.
Фиг. 19. *Acetabulastoma arcticum* Shornikov, 1970. Левая створка x81; СЛЮ, хр. Менделеева, ст. 07, инт. 8-14 см; верхний плейстоцен.

Таблица I



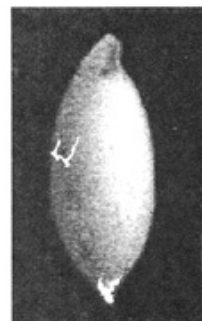
1



2



3



4



5



6



7



8

Таблица II

