

УДК 551.794 56(119) (268.42)

*Е.А. КИРИЕНКО***О КОМПЛЕКСАХ ФОРАМИНИФЕР В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ БЕЛОГО МОРЯ**

Голоценовые донные отложения Белого моря были исследованы несколькими биостратиграфическими методами. На основании изучения распределения фораминифер в разрезах колонок выделены пять комплексов по появлению единичных и смене доминирующих видов. Смена комплексов связана с относительным изменением солёности и глубины моря, вызванными окончанием последнего оледенения, поступлением морских вод и трансгрессивными и регрессивными условиями. Наиболее четко фиксируемыми являются: граница между верхним дриасом и пребореалом и регрессивный комплекс бореального времени, который можно считать маркирующим. Одновозрастные отложения прибрежных районов и псевдоабиссали характеризуются различными комплексами фораминифер.

Материалом для данной работы послужили колонки донных отложений из различных районов моря, длиной до 4,5 м, представленные в основном илами. Сборы осадков производились в Белом море в 1965-1968 гг. Беломорской экспедицией ИО АН СССР на э/с «Профессор Добрынин» и были переданы автору Е.Н. Невеским и В.С. Медведевым. На содержание фораминифер для стратиграфического расчленения осадков из Онежского залива исследовали 18 колонок, Двинского - 9, Терского побережья - 2, центральной части - 2.

При стратификации исследуемых отложений использовали различные виды анализов, в том числе при определении возраста и придонных условий применялся комплексный биостратиграфический метод: спорово-пыльцевой, диатомовый, макро- и микрофаунистический. По результатам спорово-пыльцевого анализа [*Малясова, 1969*], донные осадки заливов отлагались от аллерада до современного периода, а в центральной части - от бореального до современного. Фораминиферы изучались в колонках с интервалами отбора проб 10 см. Разрезы с большими интервалами при стратификации не были использованы. Отбор фораминифер производился по методике ИО АН СССР [*Саидова, 1961*]. По этой методике видовой и количественный состав определялся и подсчитывался в 50 г сухого осадка. При выделении комплексов фораминифер учитывалась смена доминирующих видов по разрезу, увеличение или уменьшение количества и процентного содержания их в пробе. Интерпретация комплексов основывалась на данных о распределении видов в современных осадках морей. Сведения по экологии фораминифер морей Советского Союза можно получить из многочисленных работ З.Г. Щедриной, Х.М. Саидовой и других авторов. Однако каждое море в силу различного географического положения, истории развития, современных гидрологических условий и других причин имеет свои особенности в распределении фораминифер.

Для изучения распространения доминирующих видов в Белом море было исследовано 150 поверхностных проб, 119 из них содержали фораминиферы, остальные были с единичными раковинками или пустые. Всего определено 84 вида бентосных фораминифер, планктонные формы не обнаружены ни в поверхностных

пробах, ни в колонках. Отличительной особенностью Белого моря в районах центральной части, Кандалакшского и Двинского заливов является широкое распространение в поверхностном слое агглютинирующих фораминифер (в 68 пробах): *Verneuilina advena*, *Spiroplectammina biformis*, *Reophax curtus*, *Trochammina turbinata* и других видов. В мелководных частях, от 5 до 72 м, преимущественно 20-60 м, самым обильным является *V. advena*, в более глубоководной зоне, от 13 до 250 м, преимущественно 40-100 м, доминантами являются *T. turbinata*, *S. biformis*. Агглютинирующие фораминиферы имеют рыжую окраску. На глубине от 22 до 258 м, в основном с 98 м, встречается вид с тонкостенной известковистой раковинкой *Cassidulina subacuta*.

Во всех районах моря наблюдается зональность осадков от берега к центральной впадине: первая зона представлена песками, дальше преобладают алевроиты с пятнами алевроито-глинистых илов, центральную часть занимают илистые осадки, которые заходят в Кандалакшский и Двинский заливы. Осадки Белого моря в самом верхнем горизонте мощностью 0,5-5,0 см, изредка 10-12 см, имеют буро-охристый, рыжеватый цвет. Эта окислительная зона содержит железистые и железо-марганцевые конкреции, а также другие формы железа, марганца и титана; карбонатность осадков низкая, практически они могут считаться бескарбонатными. Наибольшая мощность окислительной зоны в глинистых илах срединного желоба моря, у берегов мощность ее сокращается или вообще сходит на нет [Калиненко и др., 1972].

Вероятно, повышенное содержание железа и марганца в осадках губительно действует на известковистые фораминиферы, они становятся мелкими, тонкостенными, в большинстве проб их полностью вытесняют агглютинирующие. Районы преимущественного распространения агглютинирующих фораминифер считаются холодноводными (-1,4°), соленость до 30‰.

Онежский залив отличается мелководностью, разнообразными грунтами, в основном песчаными, сильными приливно-отливными течениями, которые обуславливают хорошую аэрацию вод, гомогалинность и гомотермность. Наблюдается сезонная смена температур воды от +8° до -1,9°. Соленость как и во всем море пониженная, 26-27‰. В Онежском заливе преобладают известковистые фораминиферы: *Protelphidium orbiculare*, *Elphidium clavatum*, *Cibicides lobatulus*, *Astrononion gallowayi*, *Elphidium subarcticum*, *Buccella* sp., полиморфиниды и различные виды лагенид. *E. clavatum* встречается в других районах и на больших глубинах [Кириенко, 1973].

Распределение фораминифер в толще осадков неравномерное: в одних образцах содержится большое количество форм, до 1500 раковин на 50 г сухого осадка, в других они отсутствуют или встречаются единично. Возможно, эта особенность связана с изменяющимся уровнем моря, который обуславливает изменение условий существования фораминифер. Сохранность раковин тоже различная, встречается много мелких, обломанных и окатанных форм.

В колонках Онежского и Двинского заливов в толще донных отложений снизу вверх выделяются пять комплексов. Основные особенности их заключаются в следующем: V комплекс содержит очень мелкие, часто окатанные или обломанные единичные фораминиферы; в IV преобладает *E. clavatum*; в III появляются *P. orbiculare* и другие виды; II представлен чаще всего известковыми фораминиферами, видовой состав которых зависит от района моря. Вероятно в это время произошла наибольшая дифференциация фауны фораминифер по районам и глубинам; I чаще всего состоит из агглютинирующих фораминифер. Наиболее полными разрезами, в которых выделены все пять комплексов, являются колонки 221 и 31 из Двинского залива (рис. 1, 2).

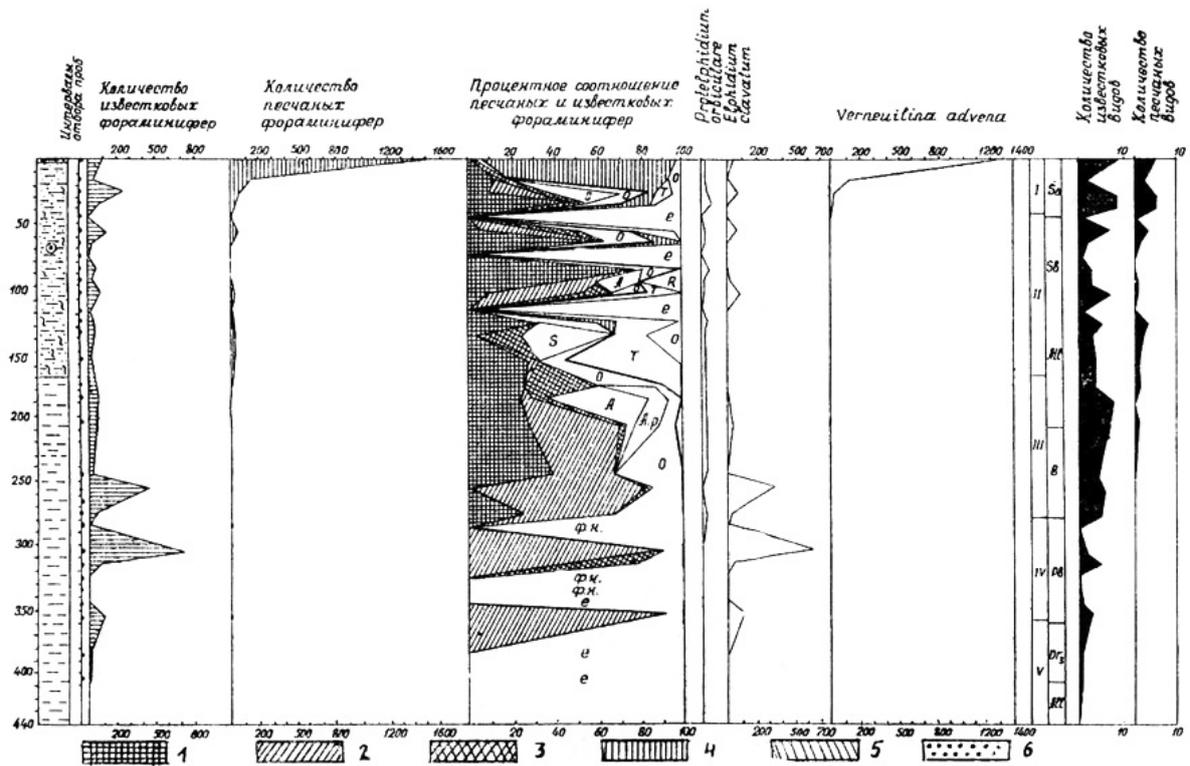


Рис. 1. Фораминиферовая диаграмма разреза колонки 221.

Условные обозначения: 1—*Protelphidium orbiculare*; 2—*Elphidium clavatum*; 3—*E. sp.*; 4—*Verneuilina advena*; 5—*Criboelphidium goesi*; 6—*Cassidulina subacuta*; C—*Cibicides lobatulus*; S—*Streblus sp.*; A—*Astrononion gallowayi*; A.p.—*Asterellina pulchella*; T—*Trochammina squamata*; R—*Reophax curtus*; Sp.—*Spiroplectammina biformis*; T.f.—*Trochammina fissuraperta*; T.sp.—*Trochammina sp.*; P—*Polymorphina sp.*; B—*Buccella frigida*; Q—*Quinqueloculina seminula*; Q.s.—*Q. subrotunda*; C.n.—*C. nogerossi*; R. sp.—*Reophax sp.*; e—единично; ф.н.—фораминифер нет; O—остальные виды.

Колонка 221, длиной 440 см, поднята у Летнего берега с глубины 58 м. Донные осадки представлены илами.

0-3 см - ил зеленовато-серого цвета, жидкий;

3-170 см - ил зеленовато-серый с включением органического вещества и песчаных частиц;

170-230 см - ил серого цвета без включений;

230-360 см - ил серого цвета со слабой слоистостью;

360-440 см - переслаивание черного и серого ила.

V комплекс. Осадки нижней части (интервал 440-360 см) содержали единичные, очень мелкие, окатанные, плохой сохранности *E. clavatum* и неопределенные до вида из-за очень плохой сохранности *Elphidium sp.* В этом интервале наблюдаются прослои, в которых фораминиферы отсутствуют. IV комплекс прослеживается в интервале 360-280 см, в нем количество *E. clavatum* увеличивается и достигает максимального числа 650 экз. на 50 г сухого осадка. Кроме этого вида, встречено 65 экз. *Buccella sp.*, неопределенных до вида из-за плохой сохранности. В III комплексе в интервале 280-170 см появляется *P. orbiculare*, вид относительно более мелководный, чем *E. clavatum*. В этом интервале комплекс становится довольно разнообразным. Продолжает существовать *E. clavatum*, появляются *Buccella frigida*, *A. gallowayi*, *Polymorphina sp.*, *Elphidiella nitida*, *Asterellina pulchella* и другие виды. Во II комплексе в интервале 170-40 см продолжают с перерывами встречаться *P. orbiculare*, *E. clavatum*, появляются

E. subarcticum, *Fissurina marginata*, *Criboelphidium goesi* и агглютинирующие. В I комплексе в интервале 40-0 см появляется вид с агглютинирующей раковинкой - *V. advena*, имеющий в настоящее время самое широкое распространение на мелководье (до 80 м) в Белом море.

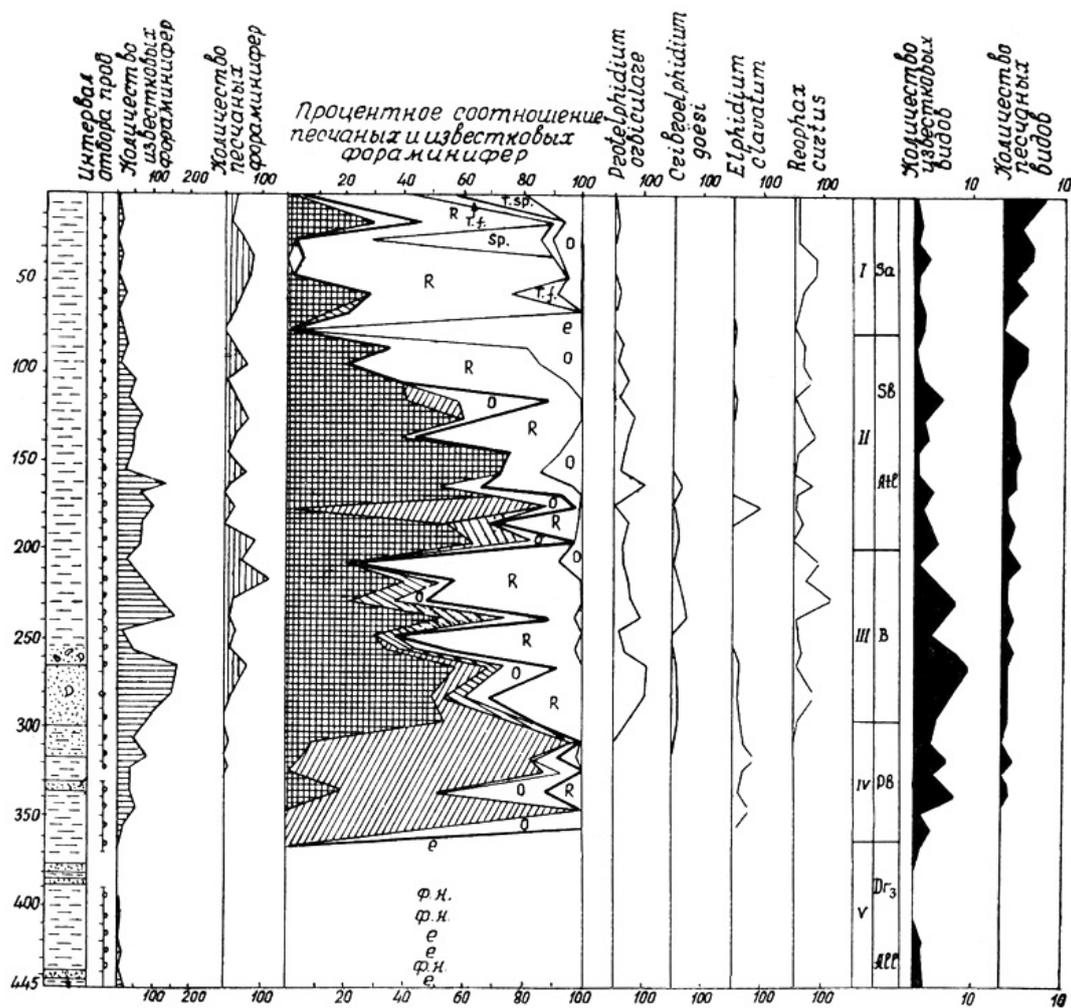


Рис. 2. Фораминиферовая диаграмма разреза колонки 31.
Условные обозначения см. на рис. 1.

Сравнивая полученные результаты расчленения донных отложений по изменяющимся комплексам фораминифер с данными спорово-пыльцевого анализа, произведенного Е.С. Малясовой, выделенные горизонты можно отнести к следующим климатическим периодам: I - к субатлантическому, II - к суббореальному-атлантическому, III - к бореальному, IV - к пребореальному, V - к верхней части верхнего дриаса и аллереда. Границы пыльцевых и фораминиферовых горизонтов по мощности полностью не совпадают, так как развитие фауны отличается от развития наземной растительности.

Колонка 31, длиной 445 см, поднята у Зимнего берега с глубины 23 м. Донные осадки представлены опесчаненными илами.

0-267 см - ил опесчаненный, к основанию слоя опесчаненность увеличивается, появляются гальки и единичные раковины;

267-300 см - песок с раковинами;

300-317 см - ил опесчаненный;

317-377 см - ил с прослоем песка мощностью до 10 см на глубине 330 см;

377-445 см - ил с незначительными прослоями песка.

V комплекс выделен на глубине 445-360 см по появлению единичных, плохой сохранности *E. clavatum*, *E. sp.* IV комплекс прослежен на глубине 360-300 см, в нем преобладает *E. clavatum*, который составляет до 90-100%, появляются единичные *B. frigida*, *A. gallowayi* и некоторые другие виды. III комплекс установлен на глубине 300-200 см, в нем появляются фораминиферы с крупной, толстостенной раковиной, относящиеся к мелководному комплексу: *P. orbiculare*, *C. goesi*, *E. nitida*, *Polymorphina sp.*, *Quinqueloculina sp.* В этом комплексе довольно большой процент составляют крупные агглютинирующие фораминиферы *Reophax curtus*. II комплекс выделен на глубине 200-80 см. В этом интервале процент известковых фораминифер снижается от 98 до 20. Начинает преобладать *R. curtus*, продолжает встречаться *P. orbiculare* и небольшое количество *E. clavatum*. I комплекс прослежен на глубине 80-0 см. Количество известковых фораминифер еще больше сокращается, они составляют от 22 до 2,5%, преобладают агглютинирующие *R. curtus*, *V. advena*, *Trochammina fissuraperta*.

В этом разрезе мелководные фораминиферы связаны с отложениями песка с раковинами моллюсков. По-видимому, в данном случае местообитание их было и местом захоронения. В предыдущей колонке появление мелководного комплекса фораминифер не связано с изменением литологического состава осадков. Причиной такого явления может быть перенос раковин или то, что субстрат не имеет большого значения для этих видов. Р. Лесли, изучавший распространение *P. orbiculare* в Гудзоновом заливе по отмершим и живым особям, считает, что наиболее подходящим является субстрат с содержанием песка около 40%.

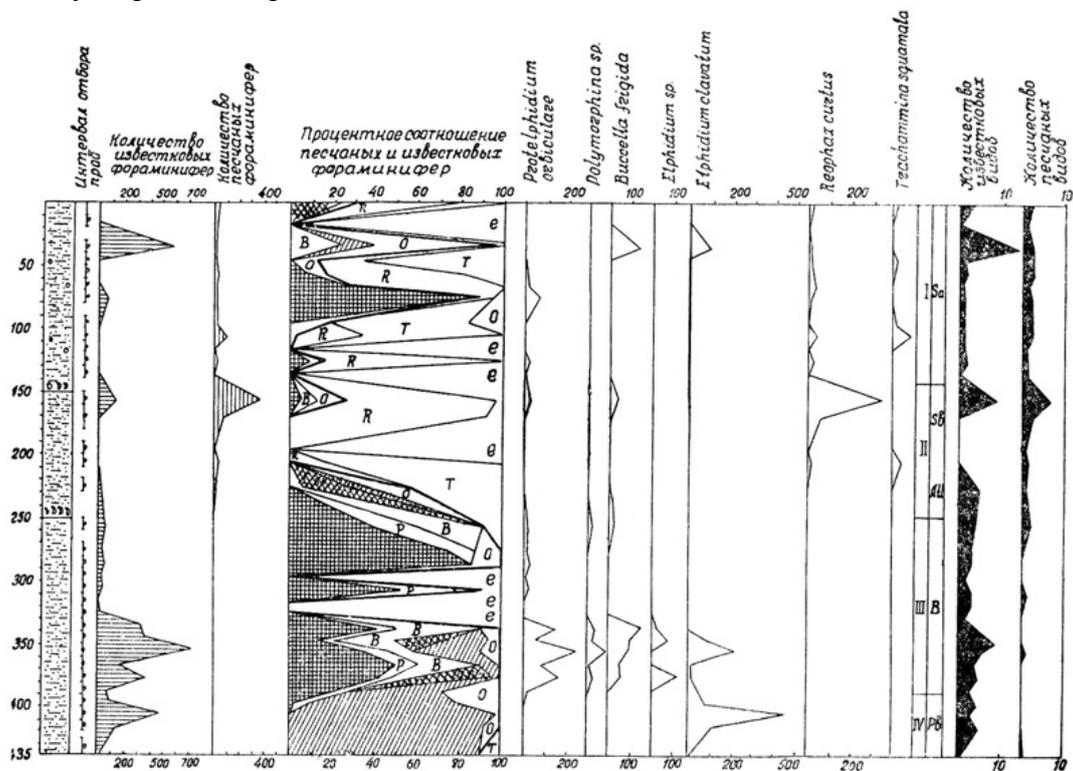


Рис. 3. Фораминиферовая диаграмма разреза колонки 199.

Условные обозначения см. на рис. 1.

В куте Онежского залива колонка 199 (рис. 3) достигла отложений, содержащих фораминиферы IV комплекса, длина колонки 435 см, взята с глубины 15 м. Донные осадки представлены опесчаненными илами.

0-150 см - серо-желтый песчаный ил с отдельными мелкими щебенками;

150-240 см - серый сильно песчаный ил;

240-320 см - серый, вязкий, пластичный, глинистый ил;

320-435 см - ил с зернами песка.

IV комплекс установлен на глубине 435-390 см по максимальному содержанию *E. clavatum*. III комплекс выделен в интервале 390-250 см по появлению мелководных фораминифер и разнообразию видового состава. Оба комплекса имеют общие доминирующие виды с соответствующими комплексами в колонках Двинского залива. II комплекс прослежен в интервале 250-140 см, он содержит агглютинирующие фораминиферы, из которых преобладает *R. curtus*. I комплекс выделен в интервале 140-0 см. Характеризуется неравномерным содержанием фораминифер в пробах.

Комплексы фораминифер, обнаруженные в глубоководных осадках, отличаются от комплексов, прослеженных в осадках заливов. Колонка 252 (рис. 4) длиной 400 см взята на глубине 247 м. Разрез колонки представлен илами серого и более светлого цвета, внизу с шоколадным оттенком, а сверху, от 0 до 10 см, ржавого цвета.

Снизу вверх в интервале 390-400 см фораминиферы отсутствуют. В интервале 390-300 см (комплекс III) количество фораминифер резко возрастает, в основании его выделен подкомплекс IIIб, состоящий из *E. clavatum*, *A. pulchella* и видов, предпочитающих небольшие глубины: *P. orbiculare*, *V. advena*, *Quinqueloculina seminula*, *Q. subrotunda*. Такой состав фораминифер характерен для более мелководных районов. В колонках из заливов подобный комплекс появляется в бореальное время. Если даже *P. orbiculare* перенесен с меньших глубин, то значит, что к этому времени он уже существовал в Белом море. Кроме того, как и в III комплексе заливов, количественный и видовой состав осадков глубоководной колонки становится богатым. В интервале 340-300 см общее количество фораминифер уменьшается от 2435 до 93 экз. (подкомплекс IIIа), уменьшается количество *E. clavatum*, *A. pulchella*, *Q. subrotunda*, исчезают мелководные *P. orbiculare*, *V. advena*, появляется небольшое количество более глубоководных видов *Cassidulina subacuta*, *C. norcrossi*. Выше по разрезу количество фораминифер резко уменьшается, наблюдаются слои с единичными раковинками. По сведениям Ж.Сигаля [1956], такое явление может иметь место при увеличении скорости накопления осадков, при изменении уровня моря, вообще при изменении каких-то других условий существования: температуры, солености, газового режима, возможно с увеличением железа и марганца в осадках. В интервале 300-210 см определены единичные известковые и агглютинирующие виды (подкомплекс IIб): *Cassidulina subacuta*, *C. norcrossi*, *Elphidium clavatum*, *E. granatum*, *E. sp.*, *Buccella frigida*, *Spiroplectamina biformis*. В интервале 210-110 см (подкомплекс IIа) встречены в основном агглютинирующие виды *S. biformis*, *Haplophragmoides sp.*, *Reophax sp.*, относительно глубоководные. В образцах интервала 110-20 см присутствовали в основном мелкие тонкостенные раковинки *C. subacuta*, распространенные в современных донных глубоководных осадках Белого моря (комплекс I). Интервал 20-0 см не опробован.

При исследовании фораминифер в колонках из заливов было отмечено, что в низах разрезов появляются единичные, плохой сохранности, часто окатанные и обломанные фораминиферы, преимущественно *E. clavatum*. В современных осадках не найдено такого района моря, где был бы распространен только этот вид. Можно предположить, что при освобождении Горла Белого моря ото льда и распространении позднеледниковой трансгрессии [Лаврова, 1960] вместе с атлантическими водами

первым проникает неприхотливый, широко распространенный вид *E. clavatum*. Условия обитания фораминифер были неустойчивыми, так как в разрезах наблюдаются слои без фораминифер.

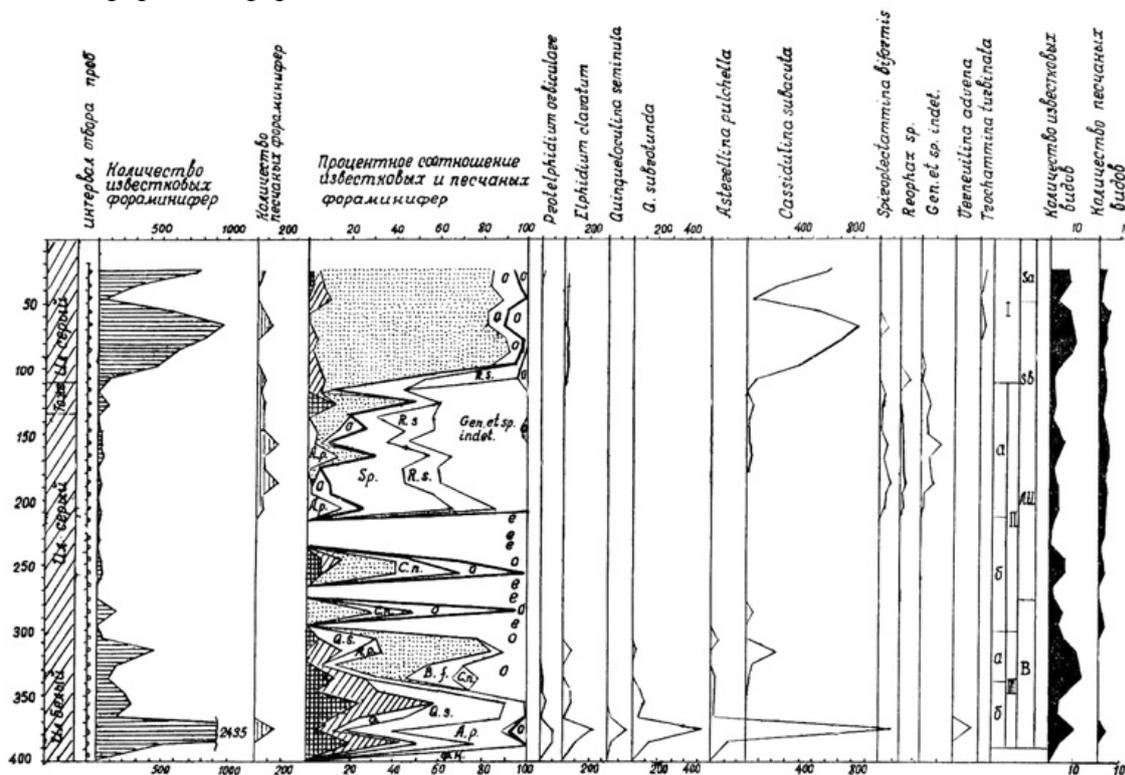


Рис. 4. Фораминиферовая диаграмма разреза колонки 252. Условные обозначения см. на рис. 1.

Следующий IV комплекс установлен по пику *E. clavatum*, появлению небольшого числа сопутствующих видов, лучшей сохранности. Можно считать, что наступили более стабильные морские условия в результате трансгрессии моря портландия.

Появление в бореальное время мелководного комплекса свидетельствует о трансгрессивно-регрессивной фазе моря. В начале бореального периода происходит или продолжается предшествующая трансгрессия и затем наступает самая крупная регрессия фолас. Осадки, содержащие III комплекс, хорошо прослеживаются во всех районах моря, поэтому его можно считать реперным. В глубоководных колонках осадконакопление начинается с бореального времени, по-видимому, центральная часть только к этому времени освободилась от глыбы льда.

II комплекс выделен как промежуточный между III, с преимущественным распространением известковых фораминифер, и I, с преимущественным распространением агглютинирующих раковин. Во втором комплексе продолжают существовать известковистые и появляются агглютинирующие. Количество фораминифер уменьшается, встречаются образцы с единичными раковинками. Это относится и к отложениям заливов и впадины. Ни один вид не имеет в это время преимущественного распространения. Создается впечатление, что происходит быстрая смена условий. По спорово-пыльцевым данным - это атлантический и суббореальный периоды, во время которых происходили трансгрессии и регрессии морей тапес и тривия. По фораминиферам расчленить эти отложения пока не удалось, несмотря на то, что климатический оптимум, казалось бы, должен был оказать существенное влияние и на жизнь фораминифер. Однако другие факторы, которые преобладали в Белом море, такие, как существование в котловине до бореального времени глыбы

льда, изменяющийся уровень моря, изменяющаяся соленость и др., оказали большее влияние на распределение фораминифер в колонках.

Ко времени образования отложений субатлантического времени (комплекс I) условия существования фораминифер в Белом море сильно изменились. Известковистые фораминиферы были почти вытеснены во всех районах моря, за исключением Онежского залива, где они нашли себе благоприятные условия, а преобладающими стали агглютинирующие.

Таким образом, в результате изучения распределения фораминифер по разрезам удалось выделить комплексы по появлению или исчезновению тех или иных доминирующих видов, пятикратную смену их на протяжении от верхов верхнего дриаса до современного времени, сделать попытку интерпретировать эти комплексы, сравнивая с современным распределением фораминифер, и установить, что разновозрастные комплексы из различных районов моря, отличающихся глубиной, гидрологическим режимом, возможно геохимией осадков, имеют различный видовой состав. Кроме того, принимая во внимание то, что Белое море в целом имеет пониженную соленость, и в прошлые периоды могло иметь еще более пониженную соленость, в связи с таянием наземных и морских ледников, необходимо отметить, что эти условия неблагоприятны для фораминифер в настоящем и прошлом времени. Неустойчивый солевой режим, частая смена уровня моря создали для фораминифер сложные условия, что отразилось на их распределении в колонках (интервалы без раковин, с раковинами плохой сохранности, мелкими, с бедным видовым составом, малым количеством раковин и т.д.). Все это создает многочисленные трудности при интерпретации комплексов.

ЛИТЕРАТУРА

Калиненко В.В., Невесский Е.Н., Гризик Л.Г. Формы железа в осадках Белого моря. - В кн.: Процессы развития и методы исследования прибрежной зоны моря. М., «Наука», 1972, с. 76-93.

Кириенко Е.А. Распределение фораминифер в поверхностном слое Белого моря. - Тез. докл. VI Всесоюз. микропалеонтологического совещ. Новосибирск, 1973, с. 84-85.

Лаврова М.А. Четвертичная геология Кольского полуострова. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1960, с. 103-147.

Малясова Е.С. О стратиграфии донных осадков Белого моря (по палинологическим данным). - В сб.: Голоцен. М., «Наука», 1969, с. 77-91.

Саидова Х.М. Экология фораминифер и палеогеография дальневосточных морей СССР и северо-западной части Тихого океана. М., Изд-во АН СССР, 1961, с. 3-217.

Сигаль Ж. Отряд фораминиферы. Л., 1956, с. 186-213.

Ссылка на статью:



***Кириенко Е.А.* О комплексах фораминифер в донных отложениях Белого моря. - В сб.: Стратиграфия и палеогеография четвертичного периода Севера европейской части СССР. Петрозаводск, Карельский филиал АН СССР, 1977, с. 40-47.**