

УДК 56 : 584

Л.В. Калугина, А.Е. Рыбалко, Е.А. Спиридонова, М.А. Спиридонов

ПАЛИНОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ БЕЛОГО МОРЯ КАК ОСНОВА ИХ СТРАТИГРАФИЧЕСКОГО РАСЧЛЕНЕНИЯ

Расчленение морских отложений в пределах гляциальных шельфов имеет большое значение для восстановления сложной палеогеографической обстановки деградации последнего оледенения и развития морских бассейнов в голоцене.

К настоящему времени накоплен значительный материал по стратиграфии, литологии и генезису соответствующих образований Беломорского бассейна как по результатам изучения береговых разрезов [*Арманд и др., 1969₁; 1969₂; Кошечкин и др., 1969*], так и непосредственно донных колонок [*Малясова, 1971; Евзеров и др., 1976*]. Следует отметить, что изучение морских отложений на шельфе Белого моря дает более полный материал, так как в пределах современной суши присутствуют преимущественно близбереговые фации, что существенно сказывается на полноте разреза. Об этом косвенно может свидетельствовать факт установления в пределах Кандалакшского залива по данным непрерывного сейсмоакустического профилирования аномально большой для всего региона мощности рыхлых четвертичных образований, достигающих 100-150 м [*Алявдин и др., 1977*]. Фациальная изменчивость осадков, а иногда и монотонность разреза, отсутствие строго выраженных по простирацию фаунистических комплексов приводят к тому, что наиболее надежным методом расчленения осадков в настоящее время является палинологический анализ, поскольку пыльца и споры присутствуют во всех типах четвертичных образований.

В северной части Белого моря в полосе от кутовой части Кандалакшского залива до мыса Никодимский в горле Белого моря было изучено более 500 образцов на спорово-пыльцевой анализ из разрезов донных колонок и дночерпательных проб. В настоящее время можно считать установленным, что дно этой части Белого моря покрыто сплошным чехлом четвертичных отложений переменной мощности, непосредственно перекрывающих кристаллические породы фундамента. Здесь прослеживаются четыре основных литолого-стратиграфических комплекса. В основании разреза четвертичных отложений выделяется мощная толща осадков, составляющая иногда до 2/3 полного разреза, относимая нами к ледниковому литолого-стратиграфическому комплексу. Он представлен плотными сухими

суглинками с примесью валунного материала. Состав палинологических спектров этого комплекса различен. В некоторых разрезах (колонки 50, 132) пыльца и споры содержатся в очень небольшом количестве и мало других органических остатков. Единично присутствуют пыльца сосны, ели, березы, полыни и споры зеленых мхов и папоротников. Сохранность определенных зерен разная, часто отмечаются рваные и минерализованные формы. В других разрезах (колонки 475, 457) пыльца и споры присутствуют в большом количестве, чаще встречаются другие органические остатки, много углистых частиц. В общем составе спектров преобладает пыльца древесных пород, среди которой господствует сосна или береза. Пыльца трав небогата, а в видовом отношении преобладают полыни. Среди споровых доминируют папоротники, велико участие сфагновых и зеленых мхов. В небольшом количестве (до 5%) присутствуют споры плаунов. По сохранности пыльцы и развитости форм состав спектров разновозрастен. По-видимому, часть микрофоссилий является составной частью перигляциального комплекса, тогда как другие формы переотложены из более древних отложений неледникового генезиса. Прямыми геологическими методами изучена пока только кровля ледникового комплекса. Внутренняя структура ледниковых отложений и их общая мощность (до 50 м) оцениваются по данным непрерывного сейсмоакустического профилирования. Отдельные протяженные линии неоднородностей геоакустического разреза и отмечаемые в нем внутренние несогласия свидетельствуют о сложной стратификации и возможной гетерогенности основной части этих образований. В самое последнее время появились новые данные палинологического анализа предполагаемых внутриморенных осадков. Впервые выделенные образования встречены в юго-западной части горла Белого моря и представлены серыми монотонными слабодиагенизированными глинами, содержащими редкие обломки морской малакофауны. По палинологическим данным в этой части разреза (колонка 95) мощностью 2 м снизу вверх по разрезу четко прослеживаются три последовательно сменяющихся комплекса (рис. 1).

I спорово-пыльцевой комплекс выделяется по образцам 15-19. В общем составе комплекса преобладает пыльца древесных пород, хотя травы составляют довольно значительный процент (20-40%). Среди древесных пород господствует ель, составляющая 57-62%. Пыльца этой породы, а также сосны нормально развита, очень редко встречаются недоразвитые формы. Единично и постоянно присутствуют *Abies* и *Pinus* cf. *sibirica*. Состав пыльцы травянистых растений в видовом отношении достаточно однороден, преобладают полыни, в значительно меньшем количестве отмечены *Chenopodiaceae*, *Ericaceae*, *Gramineae*, *Cyperaceae*, *Polemonium*. Среди споровых господствуют папоротники и зеленые мхи. Велико участие древних переотложенных спор палеозойского возраста. Спорово-пыльцевые спектры этого комплекса отражают ксерофитную перигляциальную фазу развития растительности с господством ели, сосны.

II спорово-пыльцевой комплекс постепенно сменяет предыдущий и охарактеризован образцами 11-13. В общем составе комплекса по сравнению с предыдущим несколько возрастает значение споровых, тогда как среди древесных возрастает участие пыльцы сосны. Состав пыльцы травянистых растений близок к предыдущему комплексу, хотя в количественном отношении увеличивается значение осок. Среди споровых по-прежнему доминируют зеленые мхи и папоротники. Велико участие древних переотложенных спор мезозойского и палеозойского возраста. Осадки, охарактеризованные этим комплексом, по-видимому, связаны с более суровыми климатическими условиями перигляциальной зоны, чем время образования отложений предыдущего комплекса.

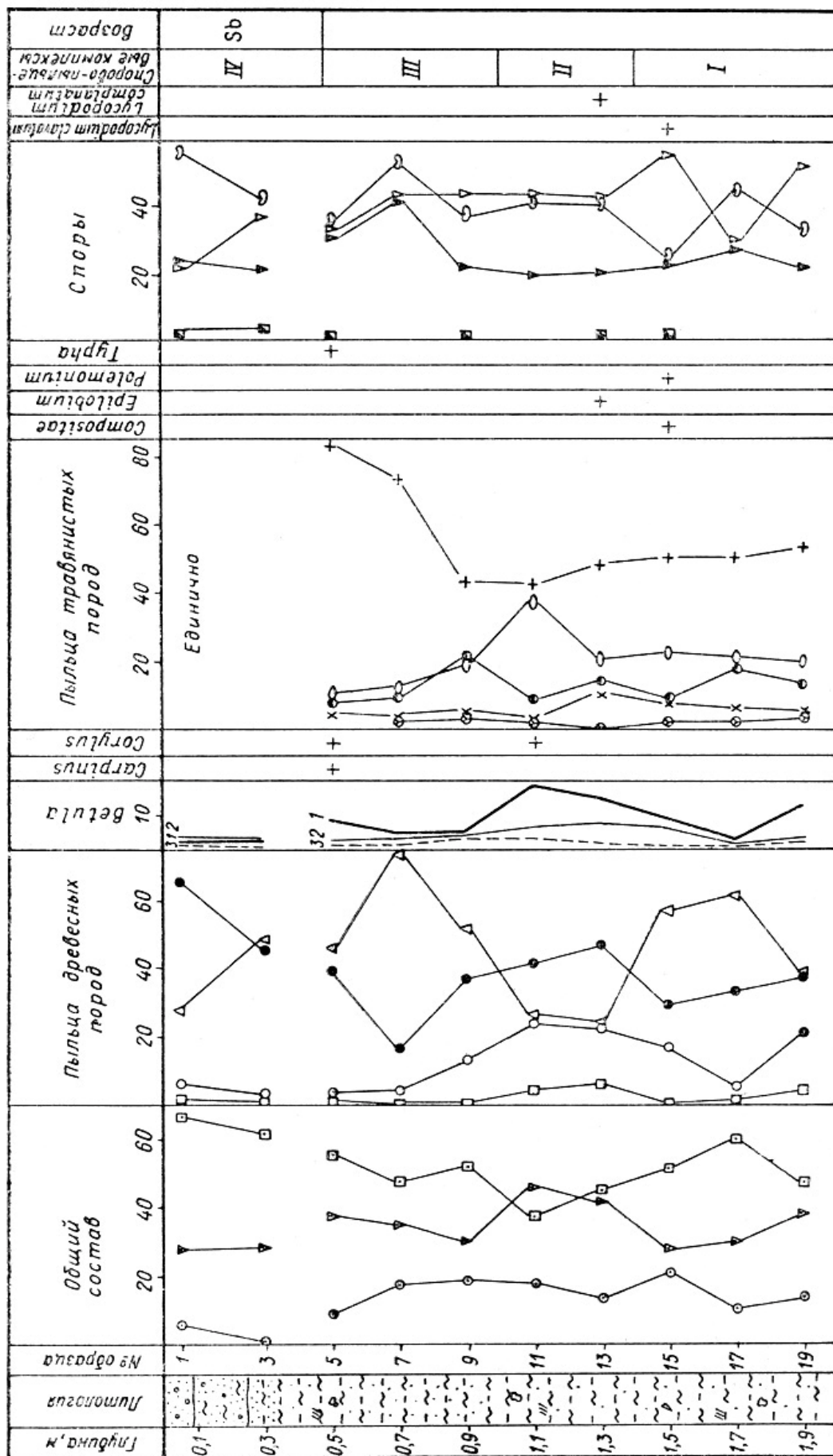


Рис. 1. Спорно-пыльцевая диаграмма по колонке Эб.
 1 — *Betula* sect. Albae; 2 — *B. sect. Fruticosae*; 3 — *B. lanata* (то же для рис. 2).

III спорово-пыльцевой комплекс прослеживается по образцам 5-9. Данный комплекс довольно постепенно сменяет предыдущий. По сравнению со II комплексом здесь в общем составе возрастает участие древесных пород, хотя роль споровых и трав по-прежнему велика. Среди пыльцы древесных пород увеличивается значение ели. Появляется единично пыльца *Abies* и *Pinus cf. sibirica*. В составе пыльцы травянистых растений также преобладают полыни, тогда как роль осоковых незначительна. Все эти особенности спектров, вероятно, снова указывают на некоторое улучшение климатических условий по сравнению с периодом образования вышеописанного комплекса. Степень фоссилизации пыльцы, видовой состав ископаемой флоры, значительное участие ксерофитных кустарничков, количественное соотношение основных доминантов и присутствие таких региональных экзотов, как пихта и сосна сибирская, позволяют предполагать, что время формирования изученной толщи безусловно связано с перигляциальными условиями покровного оледенения, но по возрасту они древнее завершающих этапов валдайского оледенения, которые уже широко известны при изучении четвертичных отложений на дне Белого моря.

В Карело-Кольском регионе аналогичная палинологическая характеристика была получена для межстадиальных осадков в разрезе донных отложений Кольского залива, обнаруженных под горизонтом морены на глубине 40 м от современной поверхности дна. Кроме того, нельзя не обратить внимание на очень близкую палинологическую характеристику рассмотренных донных отложений и межстадиальных образований московского оледенения в опорном разрезе д. Килешино на северо-западе Русской равнины [Гутерман и др., 1975].

Ледниковые отложения перекрываются осадками второго ледниково-морского комплекса. В пределах Кандалакшского залива переход от нижележащего, I, комплекса осуществляется по прослою абляционной морены небольшой мощности (до 1 м), а восточнее п-ова Турий - валунные ледниковые глины непосредственно переходят в тонкоотмученные глины ледниково-морского происхождения. В целом ледниково-морские отложения представляют собой сложно построенный комплекс осадков, сформированный на завершающих этапах существования материкового оледенения при активном контакте края льда с трансгрессирующим морским бассейном.

Литологический состав ледниково-морских образований разнообразен и включает в себя ленточноподобные глины, песчанистые осадки и типичные монотонные глубоководные пелитовые осадки, распределение которых отражает фациальную зональность осадконакопления, связанную с удалением от существовавшего края покровного ледника. Однако целый ряд общих черт литологического состава, отсутствие микро- и макрофауны, резко пониженное содержание органического углерода и геологическое положение позволяют объединить эти образования в рамках единого литолого-стратиграфического комплекса.

Наиболее полно ледниково-морские осадки охарактеризованы палеонтологически при изучении ряда разрезов дна Кандалакшского залива. Указанный этап осадконакопления характеризуется четкой сменой палинологических спектров, отвечающих трем похолоданиям и двум потеплениям внутри позднеледниковья. В спорово-пыльцевых спектрах дриасовых периодов господствует пыльца травянистых растений, тогда как пыльца древесных пород составляет всего лишь 3-10% в раннем дриасе, 20-30% в среднем дриасе и 10-20% в верхнем дриасе, преобладает пыльца берез, причем велико участие *Betula nana* и *B. sect. fruticosae*, значение которых особенно увеличивается в спектрах среднего дриаса. Состав пыльцы травянистых растений всех периодов дриаса в видовом отношении довольно постоянен: безраздельно господствуют полыни, постоянно присутствие злаков, осок,

единично Ephemera, а из разнотравья Compositae, Umbelliferae, Caryophyllaceae. Среди споровых растений в спектрах этих интервалов велика роль зеленых мхов. В среднем дриасе увеличивается содержание папоротников и отмечается появление спор гипоарктического вида *Selaginella selaginoides*. По-видимому, климатические условия среднего дриаса были менее суровыми, чем в период раннего и позднего дриаса.

В палинологических спектрах межстадиалов беллинг и аллеред господствует пыльца древесных пород, хотя значение ее не одинаково для этих двух интервалов как по количеству пыльцы древесных пород, так и по видовому ее составу и развитости пыльцевых форм. В беллинге среди пыльцы сосны присутствуют недоразвитые формы, хотя их меньше, чем в спектрах раннего дриаса. Состав трав мало чем отличается от предыдущего периода, тогда как среди споровых растений возрастает участие папоротников, обнаружены споры лесного вида плауна *Lycopodium complanatum*. Эти изменения палинологических спектров, вероятно, связаны с продвижением лесных сообществ к северу.

В общем составе палинологических спектров аллереда пыльца древесных пород составляет уже 60-70%, а на долю трав и спор приходится не более 30-40%. Постоянно господствует пыльца сосны, причем недоразвитые формы отсутствуют или встречаются крайне редко.

Из берез преобладает *B. sect. albae*, тогда как *B. sect. fruticosae* и *B. nana* содержатся в меньшем количестве. Состав трав отличается от всех описанных выше периодов позднеледниковья. Следует отметить большее участие в спектрах пыльцы мезофильного разнотравья, вересковых, злаков и осок. Среди споровых по-прежнему велика роль мхов и папоротников. Возрастает участие лесных видов плаунов *L. clavatum* и *L. complanatum*.

Данные спорово-пыльцевого анализа, увязанные с геологической позицией этой части разреза, позволяют сопоставить ее по возрасту с дриасовыми периодами позднеледниковья, а также с межстадиалами беллинг и аллеред. Особо следует подчеркнуть прекрасную сохранность пыльцы, различную развитость форм по разрезу, что исключает возможность предположения о переотложении ископаемой флоры.

В пределах Терского шельфа развитие водного бассейна началось, вероятно, позже. Здесь по палинологическим данным уверенно устанавливаются только аллередские и позднедриасовые слои. Значительные по мощности интервалы (до 1,5-2,5 м) содержат крайне однородные дриасовые палинологические комплексы, свидетельствующие о длительном существовании перигляциальных условий вблизи стационарного края ледника.

В спорово-пыльцевых спектрах аллереда преобладает пыльца древесных пород и споры, тогда как травы составляют 25-29%. Среди древесных пород господствует сосна. Пыльца этой породы в морфологическом отношении разнообразна. Наряду с формами, нормально развитыми, часто встречаются зерна меньших размеров, с почти неразвитыми воздушными мешками или, наоборот, недоразвитие идет за счет уменьшения размеров тела пыльцевого зерна. Все эти особенности морфологии пыльцы сосны указывают на неблагоприятные условия среды и на, возможно, близкое прохождение границы ареала этого вида. Состав пыльцы травянистых растений в видовом отношении достаточно беден. Преобладают полыни, в значительно меньшем количестве отмечены маревые, вересковые, злаковые и осоковые. Среди споровых господствуют папоротники, иногда встречаются формы с сохранившимся периспорием. Единично обнаружены водоросли рода *Pediastrum* (рис 2). В спорово-пыльцевых спектрах верхнего дриаса в общем составе возрастает значение травянистых растений и спор, тогда как пыльца древесных пород составляет всего 30-40%. Среди древесных доминирует пыльца берез, в основном представленная *B. sect.*

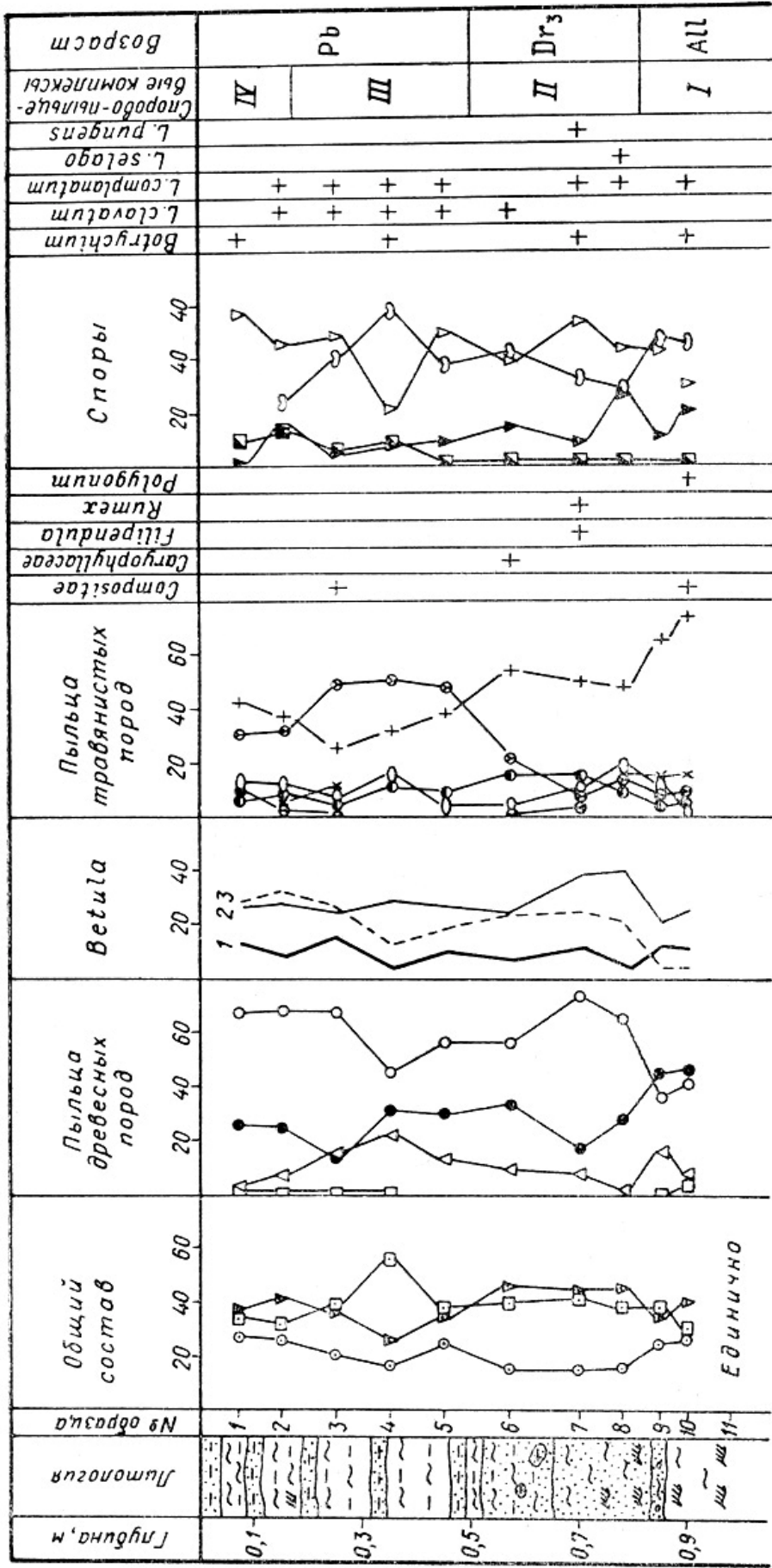


Рис. 2. Спорово-пыльцевая диаграмма по колонке 436.

fruticosae и *B. nana*. Состав травянистых растений довольно постоянен в видовом отношении и мало чем отличается от спектров межстадиала аллеред. Среди споровых заметно возрастает участие зеленых мхов. Единично отмечены *Lycopodium clavatum*, *L. complanatum*, а также *Selaginella selaginoides*. Дальнейшее изменение седиментационных условий наметилось в пребореале, когда, вероятно, произошло соединение бассейна Белого моря с Мировым океаном через пролив «Горло». Окончательный распад покровного оледенения привел к усилению тектонического (гляциоизостатического) поднятия суши и мощной регрессии, сопровождавшейся массовым перемывом сформировавшихся ранее осадков и образованием обширных покровов реликтовых отложений. В Белом море начал устанавливаться морской режим, причем этот процесс растянулся вплоть до середины бореального времени и постепенно смещался с запада на восток, что нашло свое отражение в постепенном изменении возраста осадков этого III переходного, нижнего морского, литолого-стратиграфического комплекса. Для него характерно накопление тонкоотмученных глин коричневатого-серого цвета, появление примазок органики и отдельных створок раковин морских моллюсков.

В пределах Кандалакшского залива в спектрах пребореального времени преобладает пыльца древесных пород, на долю трав приходится 20-25%. Среди древесных почти в равных количествах присутствует пыльца берез и сосны. Пыльца сосны нормально развита, недоразвитые формы встречаются редко. Среди берез преобладает пыльца *B. sect. albae* - 20-27%; *B. sect. fruticosae* составляет 10-20% и *B. nana* - 10-15%. Постоянное участие в спектрах этого времени по ряду колонок (138, 446, 688) принимает ель, причем ее содержание колеблется от 15 до 30%. С этим периодом голоцена связана ранняя миграция этой породы к северу, по-видимому, со стороны Карелии, так как в колонках, взятых восточнее, по Терскому берегу, увеличение содержания ели в спектрах и не отмечается. Среди пыльцы травянистых растений так же, как и в спектрах позднеледниковья, преобладают полыни, хотя, на их долю приходится уже не более 40-45%. В значительном количестве (25-30%) появляется пыльца сем. *Egicaseae*. Такое высокое содержание в спектрах пыльцы данного семейства связано только с этим периодом голоцена. По-видимому, можно говорить о существовании в определенных условиях местообитания верещатников. В настоящее время в северной Европе этот тип растительности, представленный формациями вечнозеленых кустарничков, приурочен к прохладному и влажному океаническому климату с бедными почвами. Вполне возможно предположить, что появление в палинологических спектрах верескоцветных в значительных количествах является еще одним доказательством изменения климатического режима в пребореальное время и установления в регионе океанического прохладного климата. На Терском шельфе впервые установлено сложное строение пребореальных слоев. По палинологическим данным в колонке 436 выделяются спектры, отвечающие потеплению и похолоданию (III-IV спорово-пыльцевые комплексы, рис. 2); III комплекс во многом повторяет палинологическую характеристику пребореального времени Кандалакшского залива. Здесь в общем составе также велика роль пыльцы древесных пород, значительно участие берез и сосны. Однако увеличение содержания ели в спектрах в таких размерах, как по колонкам Кандалакшского залива, здесь не отмечается. В составе пыльцы травянистых растений преобладают вересковые, возрастает участие осок и злаков. Среди споровых велика роль папоротников и зеленых мхов, до 15% приходится на долю плауновых.

IV спорово-пыльцевой комплекс сходен с III спорово-пыльцевым комплексом, хотя здесь в общем составе увеличивается содержание пыльцы травянистых растений и спор. В составе пыльцы травянистых растений снова начинает доминировать пыльца

полыней наряду с вересковыми. Все эти особенности комплекса, безусловно, указывают на ухудшение климатических условий и частичную перестройку растительных сообществ. Осадки, вскрытые этой колонкой, дают возможность отчетливо проследить сложность климатических и фитоценологических изменений пребореала. Похолодание внутри пребореального периода может, очевидно, сопоставляться со временем межстадиала эйдсфюрд Швеции, наддриасовым похолоданием Финляндии или переяславским похолоданием Русской равнины [Хотинский, 1969]. С нижним морским (переходным) литолого-стратиграфическим комплексом связано формирование осадков первой половины бореального периода голоцена. По своим особенностям спектры колонок этого времени очень своеобразны, хотя состав их достаточно постоянен и одинаков для Кандалакшского залива и Терского берега. Так, в общем составе комплекса велико участие споровых, тогда как роль древесных и травянистых очень незначительна. Среди древесных безраздельно начинает господствовать пыльца сосны, тогда как другие компоненты дендрофлоры присутствуют в очень небольшом количестве - береза 6-7%, ель - 2-8%. Состав травянистых растений становится очень беден в видовом отношении, встречаются единичные зерна злаков, осок, сложноцветных. Среди споровых растений велико участие плауновых (до 40%) и папоротников. Только с этим временем голоцена связано такое высокое содержание плаунов.

Верхнюю часть разреза рыхлых отложений исследованных районов слагают типичные морские осадки. Они формируют самостоятельный IV верхний, морской литолого-стратиграфический комплекс, для которого характерно фациальное разнообразие литологических разностей от валунов до пелитов. В осадках содержатся многочисленные створки и обломки раковин морских моллюсков, фораминиферы, диатомовые водоросли, пыльца, споры и другие органические остатки. Значительно содержание органического углерода, что, безусловно, свидетельствует о биологической продуктивности водного бассейна.

Дробное стратиграфическое расчленение осадков этого комплекса также проводится по данным палинологического анализа. В настоящее время имеется достаточно полная палеонтологическая характеристика осадков верхнего морского комплекса, которая во многом совпадает с ранее приведенными данными Е.С. Малясовой [1971; 1976], Е.Н. Невесского и др. [1977]. Следует остановиться только на характеристике среднего голоцена, поскольку расчленение осадков этого периода для исследованного региона оказалось наиболее сложным. Климатический оптимум голоцена (атлантический период по схеме Блитта - Сернандера) в северных районах выражен слабее, чем в более южных областях европейской части СССР. Этот период в донных осадках Белого моря характеризуется господством пыльцы сосны и ели, тогда как южнее преобладает береза, ольха, а пыльца хвойных пород содержится в небольшом количестве, начиная преобладать только с суббореального времени [Елина, 1971]. С оптимумом голоцена связан также максимум пыльцы широколиственных пород и лещины. Однако в палинологических спектрах осадков Белого моря присутствуют только единичные пыльцевые зерна неморальных элементов флоры. По-видимому, все эти особенности палинологических спектров не дали возможности Е.С. Малясовой расчленить осадки среднего голоцена: так в стратиграфической схеме появились нерасчлененные атлантико-суббореальные слои [Малясова, 1976].

Палинологическое изучение новых разрезов дало возможность более детально изучить этот отрезок времени голоцена. Стало очевидно, что с суббореальным периодом голоцена связана миграция сибирских таежных элементов флоры, когда в составе палинологических спектров появляются *Abies*, *Pinus cf. sibirica*, *Larix*, тогда как в атлантическое время только начинается и интенсивно происходит миграция

таежного комплекса на северо-запад, причем, как показали палинологические исследования, сначала расширялся только ареал ели.

Таким образом, приведенные исследования по северной части Белого моря позволили уточнить стратиграфический разрез плейстоценовых и современных отложений, дать детальную палинологическую характеристику позднеледниковых осадков, детализировать палеогеографическую обстановку этого региона в поздне-последледниковый период.

Summary

The results of the spore & pollen analysis of the deposits of the Northern part of the White Sea allowed for the detalization of the paleogeographical situation of this region during the late post-glacial period.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Алявдин Ф.А., Мануйлов С.Ф., Рыбалко А.Е.* и др. [Новые данные по геологии северо-западной части Белого моря](#). - В кн.: Природа и хозяйство Севера. Петрозаводск, 1977, с. 30-38.

2. *Арманд А.Д., Арманд Н.Н., Граве М.К.* и др. Сводная стратиграфическая схема четвертичных (антропогенных) отложений Кольского полуострова в свете новейших данных. - В кн.: Основные проблемы геоморфологии и стратиграфии антропогенных отложений Кольского полуострова. Л., 1969₁, с. 7-24.

3. *Арманд Н.Н., Евзеров В.Я., Гунова В.С.* и др. Палеогеография центральной части Кольского полуострова в голоцене. - В кн.: Основные проблемы геоморфологии и стратиграфии антропогена Кольского полуострова. Л., 1969₂, с. 80-86.

4. *Гитерман Р.Г., Куприна Н.П., Шанцер Е.В.* О микулинском возрасте межледниковых слоев у д. Килешино (верхняя Волга). - Бюлл. Комиссии по изучению четвертичного периода, 1975, № 44, с. 84-89.

5. *Евзеров В.Я., Каган Л.Е., Кошечкин Б.И.* и др. Формирование водных отложений Белого моря в связи с эволюцией обстановки в голоцене. - Изв. Всесоюз. геогр. об-ва, 1976, т. 108, вып. 5, с. 421-429.

6. *Елина Е.А.* Корреляция спорово-пыльцевых спектров голоцена Карельской АССР, Ленинградской области и Финляндии. - В кн.: Палинология голоцена. М., 1971, с. 91-105.

7. *Кошечкин Б.И., Рубинраут Г.С., Лебедева Р.М.* и др. Этап экзогенного преобразования, ингрессивной аккумуляции и террасирования побережий (поздне- и последледниковье). - В кн.: История формирования рельефа и рыхлых отложений северо-восточной части Балтийского щита. Л., 1969, с. 110-144.

8. *Малясова Е.С.* Палинология донных осадков Белого моря и ее стратиграфическое значение. - В кн.: Палинология голоцена. М., 1971, с. 77-91.

9. *Малясова Е.С.* Палинология донных осадков Белого моря. Л., 1976. 118 с.

10. *Невесский Е.Н., Медведев В.С., Калинин В.В.* Белое море. Седиментогенез и история развития в голоцене. М., 1977. 236 с.

11. *Хотинский Н.А.* Корреляция голоценовых отложений и абсолютная хронология схемы Блитта - Сернандера. - В кн.: Голоцен. М., 1969, с. 78-91.

Статья поступила в редакцию 23 ноября 1977 г.

Ссылка на статью:



Калугина Л.В., Рыбалко А.Е., Спиридонова Е.А., Спиридонов М.А. Палинологическое изучение донных отложений северной части Белого моря как основа их стратиграфического расчленения. Вестник ЛГУ. Сер. Геология. География. 1979. Вып. 2. № 12. С. 63-71.