

УДК 551.35+551.791 (268.42)

С.Ф. МАНУЙЛОВ, А.Е. РЫБАЛКО, Е.А. СПИРИДОНОВА, М.А. СПИРИДОНОВ

ЧЕТВЕРТИЧНАЯ ГЕОЛОГИЯ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕЛОГО МОРЯ

В статье рассматриваются результаты геологической съемки северо-западной части Белого моря. Установлено, что верхняя часть осадочного чехла шельфа сформирована за счет чередования морских и ледниковых отложений значительной мощности и фрагментарного плащеобразного распространения. Стратиграфическое расчленение донных отложений основывается на детальном палинологическом и литологическом анализе. Были существенно уточнены и конкретизированы представления о четвертичной геологии района. В основу новых палеогеографических представлений положен впервые подтвержденный факт о раннем (дриасовом) этапе развития ледниково-морского бассейна, представляющего собой мигрирующую зону между краем отступающего материкового льда и трансгрессирующего моря. Впервые получен вывод о мощном размыве и перемыыве поверхностных отложений гляциального шельфа в сочетании с незначительными и локальными процессами осадконакопления. Особый интерес представляют новые данные о значительной мощности четвертичных отложений шельфа.

В настоящее время изучение четвертичного периода развития Земли не может считаться полноценным без привлечения результатов исследования шельфовых морей и океана в целом. Важное место с этой точки зрения приобретает изучение так называемых «гляциальных» шельфов [*Спиридонов, 1970*], в осадках которых запечатлена история развития оледенения.

Ниже приводятся сведения о рельефе дна и верхнечетвертичных отложениях Белого моря, проливающие свет на существенные детали позднечетвертичной истории Севера европейской части СССР. Общеизвестный интерес к беломорской геологии особенно обострился за последнее десятилетие, когда трудами многих исследователей [*Горшкова, 1937; Авилов, 1956; Медведев и Невесский, 1971*] был собран обширный материал о поверхностных образованиях дна, характере разреза и стратификации донных отложений Белого моря. Однако трактовка полученного материала неоднозначна, а нередко и противоречива [*Лаврова, 1960; Медведев и Невесский, 1971; Невесский и Медведев, 1973*].

Начиная с 1971 г. ВСЕГЕИ проводил на Кандалакшском и Терском прибрежных шельфах Кольского п-ова морскую геологическую съемку, в ходе которой было отобрано более 700 донных колонок и ковшовых проб. Работы включали также комплекс эхолотных, телевизионных, сейсмоакустических, электроразведочных и других геолого-геофизических исследований и сопровождалась морским картировочным бурением с понтона.

Дно северо-западной части Белого моря представляет собой подводную денудационную ступенчатую равнину, развитую на склоне Балтийского

кристаллического щита. Основные черты подводной морфоструктуры предопределены разноглубинным положением крупных блоков фундамента, разобщенных сложной сетью тектонических нарушений. Простираение генеральных элементов подводного рельефа, таких как центральная впадина Кандалакшского залива, региональные террасы прибрежных шельфов находятся в прямой связи с простираением зоны глубинных разломов. Крупные элементы рельефа особенно четко выражены в юго-восточной части залива, где узкая трогообразная ложбина граничит со слаборасчлененными поверхностями прибрежного шельфа, причем относительное превышение крутых склонов достигает более 100 м.

Типичный облик подводной равнины формируют пологосклонные валообразные возвышенности, являющиеся отражением древних структур карелид и беломорид (рис. 1).

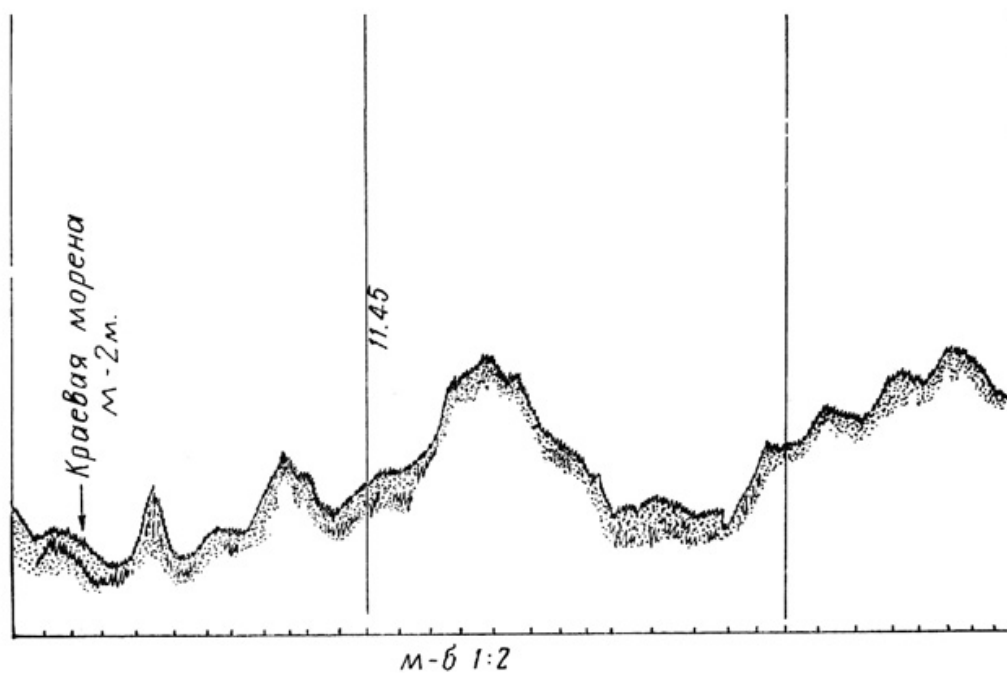


Рис. 1. Характерный ледниковый рельеф во впадине Кандалакшского залива (эхолот ПЭЛ-3, диапазон 0—200 м).

Нивелирующая роль аккумулятивного рельефа весьма ограничена для всей площади морского дна, хотя локальные поля развития подобного рельефа встречаются почти повсеместно. Очень часто подводные аккумулятивные формы «насажены» на структурные поднятия дна или связаны с определенными «теневыми» зонами вблизи них. Подобная картина наблюдается в районе многочисленных подводных возвышенностей - «банок» Кандалакшского залива.

Современный облик подводного рельефа несет на себе следы активного воздействия материкового оледенения. Сюда относятся трогообразные профили шельфовых ложбин Кандалакшского залива и фиордов второго порядка. Весьма характерны подводные пороги-ригели в устьевых частях губ-фиордов. Отмечаются участки реликтовой затопленной холмистой донно-моренной равнины и краевых ледниковых аккумулятивных образований в районе о-вов Средние и Резановы луды. Современные процессы подводного рельефообразования протекают за счет активных гидродинамических процессов и сводятся, в основном, к подводной абразии, хотя

существует аккумуляция в зоне волнового поля. Встречаются образования типа подводных «песчаных волн» и оползневых шлейфов.

Распространение чехла четвертичных отложений находится в тесной зависимости от характера донного рельефа. Наибольшей мощности рыхлые отложения достигают во впадинах, где, по данным сейсмоакустического профилирования, толщина их превышает 200 м. В то же время на абразионных платформах вблизи берега и отдельных структурных поднятиях четвертичные отложения имеют резко сокращенную мощность. В таких условиях коренные породы буквально «просвечивают» сквозь рыхлый чехол.

Стратиграфическое расчленение доступных для непосредственного изучения верхнечетвертичных отложений основано на их послыном палинологическом анализе и детальном литологическом изучении. По комплексу сходных литологических признаков и однотипным спорово-пыльцевым спектрам были выделены литолого-стратиграфические комплексы (ЛСК), которые затем стали основными единицами картирования. Подробное обоснование стратиграфической схемы верхнечетвертичных отложений северо-западной части Белого моря было изложено авторами ранее [Алявдин и др., 1973]. Ниже приводятся лишь общие сведения о стратиграфии и вещественном составе выделенных горизонтов.

В основании вскрытого разреза верхнечетвертичных отложений залегают (I ЛСК) сухие плотные валунно-галечные, алевроглинистые пески (супеси), которые по особенностям литологического состава сопоставляются с образованиями последней стадии валдайского оледенения. Приведенное генетическое определение базируется, кроме того, на специфическом незакономерном составе спорово-пыльцевых спектров этой части разреза.

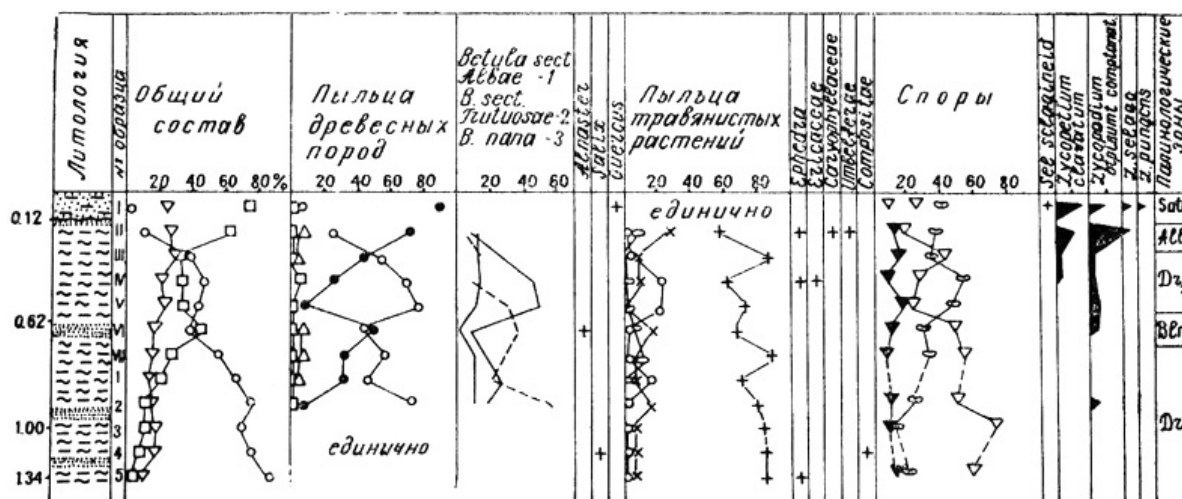


Рис. 2. Спорово-пыльцевая диаграмма колонки № 52.

Отложения II ЛСК представлены монотонными пепельно-серыми алевроглинами и переслаиванием вышеуказанных алевроглин с серыми алевритами и алевропесками, которые, как правило, с размывом перекрывают ледниковые образования.

По палинологическим данным (рис. 2), было выделено пять спорово-пыльцевых комплексов, которые сопоставлялись с интервалами раннего дриаса, беллинга, среднего дриаса, аллереда и позднего дриаса.

Характерной чертой литологического состава осадков II ЛСК, имеющих мощность более 20 м, является преобладание их состава от подстилающих ледниковых образований. Пелитовая фракция состоит преимущественно из тонкоперетертых терригенных минералов, содержание биогенных химических элементов крайне невелико ($C_{орг}$ - 0,11%; $SiO_2_{аут.}$ - 0,98%). В то же время характерно резкое уменьшение состава грубообломочного материала и появление значительного количества пелитовых частиц.

Отложения III ЛСК мощностью до 1 м встречаются в наиболее полных разрезах, где отсутствуют следы крупных внутриформационных размывов, и представлены однородными коричнево-серыми глинами и алевроглинами, почти лишенными примеси песка. Характерной чертой их является повышенное содержание аутигенных пирита и фосфата. По данным палинологического анализа здесь были выделены два спорово-пыльцевых комплекса.

Осадки IV ЛСК венчают вскрытый разрез и представлены практически всей гаммой гранулометрических разностей от пелитов до галечников, причем в распространении их по поверхности дна Кандалакшского залива отмечается четкая фациальная зональность. Они залегают на подстилающих их отложениях, как правило, с размывом, фиксируются также и внутриформационные перерывы.

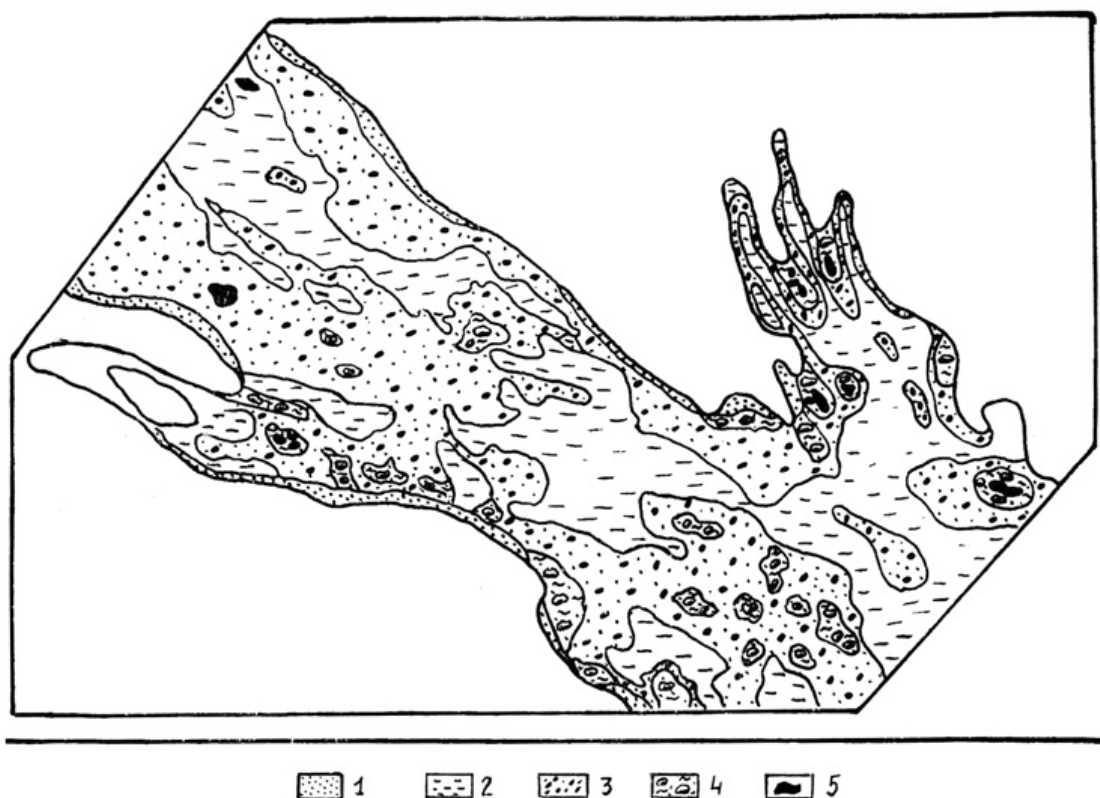


Рис. 3. Схема распространения четвертичных отложений на дне Кандалакшского залива.

Условные обозначения: 1—прибрежные песчаные аккумулятивные тела; 2—послеледниковые нормально-морские существенно алевроглинистые осадки; 3—поздне-послеледниковые ледниково-морские отложения; 4—верхнеплейстоценовые ледниковые отложения (валдайский (?) надгоризонт); 5—коренные породы.

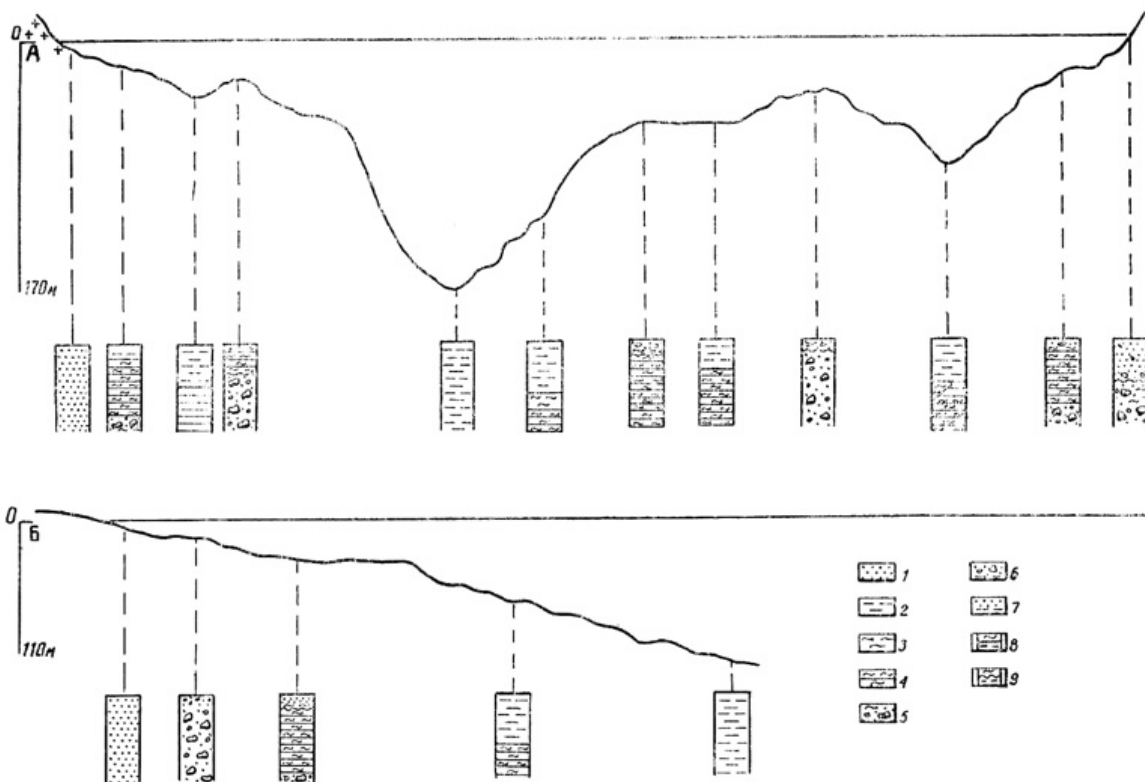


Рис. 4. Характер распределения типовых разрезов четвертичных отложений северо-западного шельфа Белого моря.

1—песчаные отложения IV ЛСК; 2—алевроглинистые отложения IV ЛСК; 3—глинистые отложения III ЛСК; 4—слоистые и монотонные алевроглины II ЛСК; 5—ледниковые отложения (I ЛСК); 6—грубообломочные «остаточные» образования; 7—песчаные остаточные образования; 8—нормальный стратиграфический контакт; 9—контакт с размывом.

Палинологическая характеристика осадков IV ЛСК не противоречит ранее полученным данным [Малясова, 1969; Медведев и др., 1970] и позволяет выделить в них три спорово-пыльцевых комплекса, соответствующих атлантическому, суббореальному и субатлантическому периодам.

Литологический состав во многом сохраняет преемственность от нижележащих осадков. В пределах описываемого интервала отмечаются обломки раковин морских моллюсков, увеличение содержания биогенных компонентов ($C_{орг.} - 1,38\%$, $SiO_2_{аут} - 3,54\%$), наличие диагенетических стяжений органического состава.

На поверхности морского дна было установлено сложное чередование четвертичных отложений различного возраста (рис. 3, 4). Оно обусловлено современным рельефом, гидродинамическими условиями и темпом поступления обломочного материала.

Голоценовые осадки покрывают менее 50% площади морского дна, причем отчетливо выделяются две седиментационные зоны, где происходит их интенсивное накопление. Первая - прибрежная зона до глубины 10-15 м, где песчаные осадки имеют мощность более 10 м [Рыбалко, 1973], вторая - зона центральной глубоководной впадины, где отлагаются существенно алевро-глинистые осадки мощностью до 15 м.

В пределах Кольской и Карельской подводных региональных террас, на относительных поднятиях морского дна, вскрываются преимущественно позднеледниковые отложения II ЛСК. Ледниковые отложения располагаются в ядрах поднятий, а также фиксируются в виде узких прерывистых полос, вытянутых вдоль берегов. Подводные обнажения разновозрастных отложений, сформировавшихся в

различных условиях гляциального шельфа, и обусловили пестрое чередование литологических разностей осадков, распространение которых часто не связано с ныне существующим гидродинамическим режимом.

Полученный материал позволил в ряде случаев по-новому осветить ход геологического развития региона в поздне- послеледниковое время. Сейчас можно считать окончательно установленным факт движения ледника по впадине Кандалакшского залива. Кроме того, не вызывает сомнения, что в определенные стадии развития последнего оледенения ледниковые потоки значительной мощности двигались не только с северо-запада, но и с севера по заливам (губам) второго порядка, например, по системе впадин Порьей губы. Здесь по результатам сейсмоакустического профилирования обнаружены мощные моренные накопления (рис. 5).

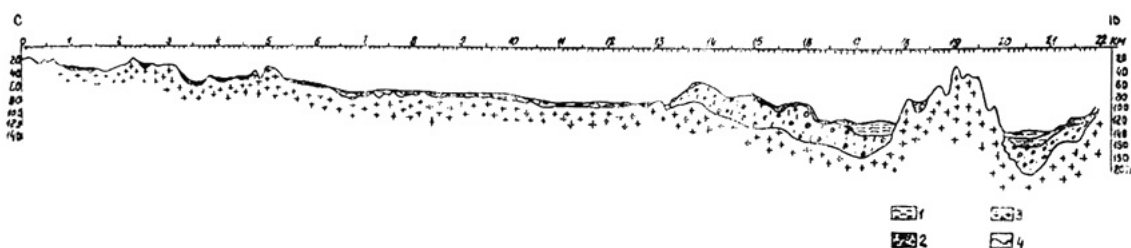


Рис. 5. Сейсмоакустический профиль через Порью губу (по И. Я. Ковальской)
1 — поздне-послеледниковые отложения; 2 — ледниковые отложения; 3 — кристаллические породы фундамента; 4 — поверхность дна.

Деградация последнего ледникового покрова происходила постепенно за счет сокращения всей массы льда, причем на местах длительных остановок ледника возникли характерные краевые образования, четко зафиксированные на морском дне. Подобные образования обнаружены в устьевой части Кандалакшской губы и в районе островов Резановы луды.

У края отступающего ледника во впадинах возникали водные бассейны, с одной стороны, испытывающие опресняющее воздействие тающих льдов, а с другой — контактирующие с водами нормальной солености. Эти обстоятельства предопределили смешанный пресноводный и солоноватоводный состав диатомовой флоры.

Формирование ледниково-морских бассейнов, по крайней мере в пределах Кандалакшского залива, началось уже в раннем дриасе, когда ледниковые отложения подвергались интенсивному перемыву. В этот период весьма вероятно существование бассейнов с ледяными берегами и локальное развитие шельфового оледенения, что и обусловило отсутствие четко выраженных прибрежных фаций в отложениях позднеледникового возраста. В летнее время, по-видимому, происходило интенсивное айсбергообразование и распад припая, что способствовало разносу обломочного материала по всей акватории. Это предположение подтверждается присутствием неравномерно распределенного грубообломочного материала в донных колонках и наличием разрезов со смешанными спорово-пыльцевыми спектрами. Весьма вероятно принадлежность этих осадков к экзотическим глыбам мерзлого грунта, Перенесенным плавающим льдом. Подобные процессы, хотя и в меньшей мере, происходят сейчас в северо-западной части Белого моря [Чувардинский, 1971].

В течение позднеледниковья, по-видимому, происходило постепенное и неравномерное увеличение площади бассейна, как следствие отступления края материкового льда. Одновременно менялись и климатические условия. В отложениях

II ЛСК четко выделяются следы двух трансгрессий - готигляциальной и Портляндия - сопровождавшихся расцветом диатомовых и повышением солености вод, связанной, вероятно, с кратковременным соединением бассейна Белого моря с океаном через систему Лотта-Ноттинских депрессий. Эти трансгрессии обусловили улучшение климатических условий и развитие на берегах лесотундровой и лесной растительности бореального типа. Одновременно происходил частичный перемыв ранее сформировавшихся отложений, следы которого нередко фиксируются в виде горизонтов размыва и нарушенных спорово-пыльцевых спектров, характерных для разреза.

В периоды относительного похолодания, обусловленные наступлением края ледника, происходило частичное опреснение бассейна, видовой состав и количество диатомовых резко сокращались, солоноводные формы полностью исчезали. В разрезах отмечается некоторое уменьшение роли алевропесчаных осадков, по-видимому, в связи с повышенной ледовитостью бассейна.

В пребореальный период уровень эвстатической послеледниковой трансгрессии, вероятно, превысил уровень порога в Горле Белого моря. Произошло окончательное соединение беломорского бассейна с океаном. Приток большого количества океанических вод вызвал изменение геохимической среды седиментации, зафиксированное в изменении окраски и интенсивном процессе аутигенного минералообразования. Постоянное и направленное улучшение климатических условий привело к полному исчезновению ледника, в результате чего усилился темп изостатического поднятия западной части Кольского п-ова, сопровождаемого усилившимся оживлением тектонических движений [Кошечкин и др., 1973]. Береговая линия впервые переместилась в пределы нынешнего шельфа, процессы размыва резко усилились, что зафиксировано в глубоководных колонках Кандалакшского залива по данным спорово-пыльцевого анализа. На «региональных» террасах осадки III ЛСК, видимо, вообще не накапливались.

Этот период геологического развития сопоставляется нами с регрессией Литорина с уровнем -50-60 м и относится к бореальному периоду. Затопленные береговые линии маркируются бровками Кольской и Карельской «региональных» террас, а также уступом, прослеживающимся с перерывами почти на всем протяжении южного шельфа Кольского п-ова. Полученные данные увязываются с работами предыдущих исследователей Белого моря [Авилов, 1956] и с материалами изучения береговых линий [Кошечкин и др., 1973]. Именно с регрессией Литорина связано широкое развитие полей «реликтовых» осадков, столь характерных для шельфа Белого моря.

В конце бореального периода северо-западная часть Белого моря характеризовалась седиментационным режимом, близким к современному. Здесь начинает развиваться макрофауна, усиление органической жизни сопровождается увеличением содержания биогенных элементов.

Основным источником обломочного материала служили ранее сформировавшиеся и затопленные в ходе развития послеледниковой трансгрессии отложения. При этом происходила дифференциация размываемых осадков по крупности, в результате чего в береговой зоне накапливались существенно песчаные наносы, а тонкая фракция выносилась в центральные части бассейна. Грубообломочный материал оставался на месте, образуя остаточный покров. В этот же период оформились основные седиментационные зоны шельфа северо-западной части Белого моря.

Примерно на границе суббореального и субатлантического периода произошло последнее изменение условий осадконакопления, связанное с резким изменением

гидродинамического режима бассейна, с чем связано увеличение зернистости самых верхних горизонтов верхнечетвертичных осадков, следы размыва на границе суббореального и субатлантического периодов и сокращение площадей собственно современного осадконакопления. Одновременно увеличивается и примесь грубообломочного материала в современных осадках, что свидетельствует, по-видимому, об усилившемся процессе разноса обломочного материала припайным льдом.

Завершенный этап исследований позволяет существенно уточнить и главное конкретизировать представления о четвертичной геологии северо-западной части Белого моря.

В основу новых палеогеографических представлений положен подтвержденный факт о раннем (дриасовом) этапе развития ледниково-морского бассейна, представлявшего собой мигрирующую зону между краем материкового льда и трансгрессирующим морем.

Существенное значение имеет факт мощного размыва и перемыва поверхностных отложений гляциального шельфа, что сочеталось и сочетается с угнетенными и локальными процессами аккумуляции. Особый интерес представляет этот вывод в связи с впервые полученными данными о значительной, а местами феноменальной для региона мощности четвертичных отложений ниже уровня моря.

Таким образом, северо-западный шельф Белого моря можно считать уникальным объектом для изучения четвертичной геологии крайнего Северо-Запада европейской части СССР.

ЛИТЕРАТУРА

Авилов И.К. Мощность современных осадков и послеледниковая история Белого моря. - Тр. Гос. океанографического института, 1956, вып. 31 (43), Л., Гидрометеиздат, с. 5-57.

Алявдин Ф.А., Мануйлов С.Ф., Рыбалко А.Е. и др. Новые данные по четвертичной геологии северо-западной части Белого моря. - В кн.: Хронология плейстоцена и климатическая стратиграфия. Л., ГО СССР, 1973, с. 173-180.

Горшкова Т.И. Осадки Белого моря. М., 1937, 45 с.

Кошечкин Б.И., Каган Л.Я., Кудлаева А.Л. и др. Береговые образования позднего и послеледниковых морских бассейнов на юге Кольского полуострова. - В кн.: Палеогеография и морфоструктуры Кольского полуострова. Л., «Наука», 1973, с. 87-133.

Лаврова М.А. Четвертичная геология Кольского полуострова. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1960, 176 с.

Малясова Е.С. О стратиграфии донных осадков Белого моря (по палинологическим данным). - В кн.: Голоцен. М., «Наука», 1969, с. 172-178.

Медведев В.С., Невесский Е.Н. О развитии осадкообразования в поздне-послеледниковое время на Белом море. - В кн.: Новые исследования береговых процессов. М., «Наука», 1971, с. 54-75.

Медведев В.С., Невесский Е.Н. Новые данные об осадкообразовании в Белом море в послеледниковое время. - ДАН СССР, 1971, т. 200, № 1, с. 179-181.

Медведев В.С., Невесский Е.Н., Говберг Л.И. и др. [О строении и стратиграфическом расчленении донных отложений Белого моря](#). - В кн.: Северный Ледовитый океан и его побережье в кайнозое, Л., Гидрометеиздат, 1970, с. 253-267.

Невесский Е.Н., Медведев В.С. Осадконакопление в Кандалакшском заливе в поздне- послеледниковое время. - В кн.: Процессы развития и методы исследования прибрежной зоны моря. М., «Наука», 1973, с. 54-75.

Рыбалко А.Е. Некоторые особенности механической дифференциации в прибрежной зоне фиордового побережья северной части Белого моря. - Вестник ЛГУ, 1973, № 6, с. 39-46.

Спиридонов М.А. [Особенности геологического строения гляциальных шельфов атлантической периферии Арктического бассейна.](#) - В кн.: Северный Ледовитый океан и его побережье в кайнозое. Л., Гидрометеиздат, 1970, с. 47-52.

Чувардинский В.Г. Дрифтовые процессы в Белом море и их значение для уточнения методики поисков полезных ископаемых по валунному методу. - В кн.: Природа и хозяйство Севера, вып. 2, № 2, Апатиты, 1971, с. 144-147.

Ссылка на статью:



Мануйлов С.Ф., Рыбалко А.Е., Спиридонова Е.А., Спиридонов М.А. **Четвертичная геология северо-западной части Белого моря.** - В сб.: Стратиграфия и палеогеография четвертичного периода Севера европейской части СССР. Петрозаводск, Карельский филиал АН СССР, 1977, с. 47-55.