

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОБСТАНОВКИ И ОСОБЕННОСТИ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ В ПОЗДНЕ - И ПОСЛЕЛЕДНИКОВОЙ ИСТОРИИ ГОРЛА БЕЛОГО МОРЯ

Глушанкова Н.И., Воскресенская Т.Н., Соболев В.М.

МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

Результаты комплексных междисциплинарных исследований опорных разрезов Горла Белого моря и его побережья показали, что в период деградации последнего ледникового покрова был заложен и существовал в течение длительного времени (аллеред - верхний дриас – пребореал – бореал) приледниковый бассейн, периодически имевший связь с морем, отличающийся экстремально высокими скоростями седиментации и накоплением тонких, плохо сортированных осадков мощностью до 50 м. В конце бореального – начале атлантического времени в бассейне Горла Белого моря проявилась регрессия Литорина, связанная с гляциоизостатическим поднятием области поздневалдайского оледенения. Начиная с субатлантического времени, в связи с глобальным повышением уровня Мирового океана, в Горле Белого моря окончательно устанавливается режим седиментации, близкий к современному.

Ключевые слова: *плейстоцен, опорные разрезы, осадки, приледниковый бассейн, седиментация, регрессия, дегляциация*

Белое море представляет собой один из трех внутри шельфовых бассейнов (Балтийское море, Гудзонов залив), на особенностях современной седиментации которого сказались, как особенности развития этой территории в древнейшие этапы истории Земли, так и относительно молодые процессы плейстоценового ледникового и послеледникового осадконакопления. Древнейший этап нашел отражение в формировании геологических особенностей дочетвертичного субстрата, а плейстоценовый литоморфогенез обусловил как само формирование беломорской котловины с ее контрастным рельефом и специфическими сочетаниями береговой линии, так и привел к поступлению в нее большого объема осадочного материала в течение поздне – и послеледникового времени.

В Горле Белого моря (66°30'с.ш., 41°20'в.д.) – узком проливе, соединяющим акватории Белого и Баренцева морей и представляющим собой депрессию, приуроченную к тектоническому шву между Балтийским кристаллическим щитом и Русской платформой, формирование осадочной толщи в поздне – и послеледниковое время определялось существованием обширного приледникового бассейна. Он формировался, начиная с бореального времени у Зимнего берега до верхнего дриаса – у кромки тающего ледника Терского берега. Мощность осадочной толщи в пределах акватории Горла по данным глубоководного бурения, проводившегося ПО «Архангельскгеология», составляет обычно до 30-50м, а в депрессиях рельефа коренных пород, по данным сейсмоакустических исследований, может достигать 100м [*Соболев и др., 1995*]. Плейстоценовые отложения залегают в Горле Белого моря непосредственно на древнейших коренных породах венда. Наиболее древними являются морские микулинские пески, часто глинистые с включением мелкого ракушечного детрита, сохранившиеся от размыва в виде маломощных фрагментов. Абсолютные отметки залегания кровли этих образований колеблются от – 65 до – 200м.

В истории формирования осадочного покрова четко выделяются два седиментационных этапа. Первый связан со временем отступления Скандинавского ледника и активного поступления в беломорскую котловину талых вод с большим количеством детрита ледникового и водно-ледникового происхождения. В этот период осадконакопление происходило практически во всей котловине, а сама седиментация имела пульсационный характер. Это привело к образованию здесь циклически слоистых, реже монотонных осадков преимущественно алевритового состава со значительной

примесью щебнистых и древесных обломков кристаллических пород. Минеральный состав и геохимия осадков отражают первичный состав гранито-гнейсов Балтийского щита. Второй этап седиментогенеза в Белом море (средне-позднеголоценовый) – типично морской. В отличие от позднеплейстоценового этапа осадконакопление развито локально и характеризуется контрастным фациальным строением. Спокойноводное накопление глинистых осадков сосредоточилось во впадинах ледникового и дочетвертичного рельефа. Волновые осадки приурочены к берегам с отлогим подводным береговым склоном, сложенным осадочными породами [Рыбалко и др., 2006].

Значительное место в строении разреза принадлежит ледниковым поздневалдайским отложениям. Подводные конечно-моренные образования установлены, в частности на Терском шельфе Горла Белого моря, где они, по сейсмоакустическим данным, образуют серию из семи кулисообразно расположенных гряд суммарной мощностью до 100 м. На Зимнем берегу в районе мыса Инцы мористое продолжение моренных гряд фрагментарно прослеживается вплоть до района Кедовских кошек. Конечно-моренные, поздневалдайские образования различных стадий отступления ледников, хорошо известны на прилегающей суше - Онежском полуострове, Зимнем и Терском берегах.

Основную часть разреза плейстоцена в Горле Белого моря составляет мощная (до 24м) и довольно однородная толща алевритово-тонкопесчаных пород, четко прослеживающаяся на большей части акватории в виде хорошо выраженного геологического тела. Время формирования толщи, исходя из ее положения в разрезе между поздневалдайскими ледниковыми и среднеголоценовыми морскими отложениями, а также согласно палинологическим данным, охватывало аллеред, поздний дриас, пребореал, начало бореала. В это время в пределах современной акватории Горла Белого моря существовал специфический приледниковый водоем, в котором накапливались преимущественно тонкие осадки. Бассейновый характер седиментации подчеркивается серыми гидроморфными тонами окраски, наличием прослоек моносульфида железа - гидротроилита.

Детальное комплексное изучение осадков толщи по керну скважин, пробуренных вблизи Терского и Зимнего берегов позволило восстановить некоторые особенности процессов седиментации и палеогеографической обстановки в Горле Белого моря. В гранулометрическом составе толщи алевритовые и тонкопесчаные частицы составляют до 80 %, глины — не более 20 %, грубообломочные частицы имеют явно подчиненное значение. Однородный состав при значительной мощности толщи говорит о довольно постоянных гидродинамических условиях среды осадконакопления. Скорости седиментации были высокими (до 8-16 мм в год). На приледниковый характер водоема указывает ряд специфических особенностей. Так, слабая сортированность осадков, либо даже ее почти полное отсутствие (энтропия составляет 0,683—0,875), может быть обусловлена быстрым осаждением материала из мутьевых гляциотурбидитовых потоков, возникавших при быстром таянии ледников. С процессами ледового разноса связано присутствие разрозненного и неравномерно распределенного по толще обломочного материала [Соболев и др., 1995].

Источники поступления материала в водоем были связаны с размывом и переотложением пород Балтийского кристаллического щита, о чем свидетельствуют особенности минералогического состава осадков: преобладание в составе тяжелой фракции роговой обманки (до 65%) и граната (до 35 %) при невысоких содержаниях эпидота, пироксенов (не более 2-7 %) [Воскресенская, Соболев, 1984]. Минералогический состав толщи донных осадков имеет много общих черт с современными прибрежно-морскими осадками юго-западной части Баренцева моря [Лаврушин и др., 1984], моренами Кольского полуострова [Лаврова, 1960] и заметно отличается от состава осадков восточной (приноземельской) части шельфа Баренцева моря [Энштейн и др., 1993]. В последних роговая обманка, эпидот, гранат, циркон содержатся в примерно равных количествах (по 10-20%).

В осадках приледникового водоема Горла Белого моря в небольших количествах отмечены аутигенные минералы (пирит, барит). Интересно, что специфическая баритовая минерализация характерна и для позднеледниковых осадков Финского залива [Жамойда, 1992]. Проявлению процессов минерального новообразования в приледниковых бассейнах, по мнению В.А.Жамойды [1984], способствовали изменения геохимических показателей среды, в частности солености. Существенные колебания солености, как об этом свидетельствует состав легкорастворимых солей и видовое разнообразие диатомовой флоры, составляли характерную особенность приледникового водоема в Горле Белого моря. В начале своего существования, в аллереде, водоем был существенно опресненным или даже пресноводным. Об этом свидетельствует состав диатомей, включающих пресноводные виды: *Cocconeis placentula* v. *intermedia*, *Amphora ovalis* v. *pediculus*, *Achnanthes hungarica* и др. Но уже в позднем дриасе он приобрел отчетливо выраженный солоноватоводный характер. Повышенное содержание легкорастворимых солей (сухой остаток - 0,342—0,595 %), однородный характер засоления с преобладанием ионов натрия и хлора свидетельствуют в пользу накопления осадков в бассейне, хотя бы периодически сообщавшимся с морем. Экологическая обстановка в приледниковом водоеме не благоприятствовала развитию морской биоты, в отличие от располагавшихся в акватории Горла морских бассейнов, как современного, так и древнего микулинского. Если в современных и древних морских осадках раковины морских моллюсков многочисленны и разнообразны по составу, то в осадках приледникового бассейна в редких случаях отмечается лишь ракушечный детрит.

Растительный покров суши, прилегающей к бассейну Белого моря, в позднеледниковое и послеледниковое время характеризовался сочетанием лесотундровых, тундровых и лесных ландшафтов, соотношения которых динамично изменялись во времени. В аллереде значительным распространением пользовались сосновые, березовые, а также еловые, часто заболоченные леса. В отложениях аллереда содержание пыльцы древесных пород колеблется в широких пределах - от 18 до 60%, пыльцы трав - от 2 до 20%, спор - от 31 до 78%. Среди древесных пород очень высоко процентное содержание пыльцы сосны (до 77), ели (до 39). Пыльца березы составляет до 61%, причем относительно много пыльцы карликовой березы (до 35%). Пик максимального содержания пыльцы сосны отмечается и для спектров аллереда Балтийского побережья Литвы [Кабайлене, 1998]. Среди пыльцы травянистых растений господствует пыльца полыни. В составе спор доминируют зеленые мхи (до 77%), папоротники составляют до 64%, сфагновые мхи - до 62%. Перигляциальные кустарниковые сообщества в ландшафтах аллереда были представлены достаточно широко, как и сообщества травянистых растений. Значительное распространение последних, скорее всего, было связано с освоением открытых пространств, освободившихся от ледников, а также участков осушенного шельфа. Широкое участие пыльцы полыни в спектрах позднеледниковья, по мнению О.К. Борисовой [1994], могло быть связано с высокой продуктивностью *Artemisia maritima* L. - вида, и ныне широко распространенного по морским побережьям Европы.

В позднем дриасе роль лесных сообществ в растительном покрове сокращается, причем особенно заметно деградируют еловые леса. Содержание пыльцы древесных пород в спектрах составляет 20-32%. Среди них преобладает пыльца березы (32-64%), на долю кустарниковых форм которой приходится 18-28%. Количество пыльцы сосны изменяется от 10 до 52%, ели — от 3 до 17%. Существенно возрастает роль ландшафтов открытых пространств, занятых травянисто-кустарниковой растительностью, увеличивается содержание пыльцы злаков, маревых, полыни. Среди спор доминируют споры зеленых мхов (до 76%), содержание папоротников не превышает 19%.

В пребореале роль лесных формаций вновь несколько возрастает. В спектрах древесных пород, составляющих 18-35%, господствует пыльца древовидной березы (37-79%), кустарниковые формы которой составляют не более 7%. Достаточно высокое

участие пыльцы сосны (15-36%) и ели (3-17%) свидетельствует о развитии наряду с березовыми сосновыми и еловыми лесами. Открытые пространства с травянисто-кустарниковой растительностью занимали существенное место в ландшафтах. Среди трав в составе спектров доминирует пыльца полыни (49-71%), пыльца маревых составляет не более 17%, злаков - не более 18%. Нижняя граница пребореала на пыльцевых диаграммах отчетливо подчеркивается пиком максимального содержания спор папоротников (54%).

В бореале происходит дальнейшее увеличение роли лесных формаций в ущерб травянисто-кустарниковым сообществам. В общем составе спектров содержание пыльцы древесных пород колеблется в пределах 22-49%, трав - 9-17%, спор - 44-73%. В составе лесов наряду с сосной и березой почти полноправным участником становится ель. Среди пыльцы древесных пород на фоне преобладания сосны (30-43%) довольно много пыльцы древовидной березы (12-37%) и ели (14-34%). Среди пыльцы травянистых преобладает полынь (52-36%), маревые составляют 5-20%, злаки 3-10%. В группе спор доминируют зеленые мхи (30-56%), примерно в равных количествах отмечаются папоротники (21-36%) и сфагновые мхи (15-31%) [Соболев и др., 1995].

В конце бореала в Горле произошло резкое понижение уровня моря, с которым связано образование подводной террасы с уступом на современных глубинах 20-30 м. С поверхности этой подводной террасы южнее мыса Инцы грунтовыми трубками отобраны заторфованные осадки, а севернее мыса Инцы в колонке с глубиной воды 18 м встречен прослой торфа мощностью около 40 см. Вероятнее всего, эти отложения образованы в ходе регрессии литорина.

Начиная с атлантического времени, осадконакопление в Горле Белого моря происходило в морских условиях. Голоценовые и современные осадки, накапливавшиеся в условиях повышенной гидродинамической активности среды, связанной с воздействием интенсивных приливно-отливных течений в Горле, отличаются от осадков приледниковых водоемов более грубым составом, лучшей сортировкой, наличием включений раковин морских моллюсков. В частности, среди современных донных осадков в акватории Горла преобладают фации морских мелководий, содержание песчаных фракций в которых, в среднем составляя 70%, может достигать 90% [Соболев, 2008].

Итак, в позднеледниковье и послеледниковье регион Белого моря являлся ареной сложных процессов дегляциации, проявления нескольких стадийных подвижек и распада последнего ледникового покрова. В Горле Белого моря существовал приледниковый бассейн, интенсивная седиментация в котором происходила непрерывно, по крайней мере, от аллерада до первой половины бореала. Подобные приледниковые водоемы, отличавшиеся бедностью органического мира, значительными колебаниями солености, были распространены по всей периферии Балтийского щита, в бассейнах Балтийского, Норвежского, Баренцева морей, Ладожского и Онежского озер. Зарождение некоторых из этих водоемов произошло, возможно, даже в более раннее время, чем в Горле Белого моря. Наиболее древние абсолютные датировки, полученные по остаткам древесины из позднеледниковых осадков Ладожского озера относятся к раннему дриасу [Невесский и др., 1977].

Процессы осадконакопления в приледниковом бассейне Горла Белого моря, имея много общих черт с таковыми бассейнов Балтики [Емельянов и др., 2001], в то же время отличались и некоторыми особенностями. Относительно более грубый алевритово-тонкопесчаный состав, слабая сортировка осадков в Горле, а также отсутствие среди них фаций ленточно-слоистых и гомогенных глин, столь типичных для приледниковых бассейнов Горного Алтая и Балтики, вероятнее всего связаны с более динамичными условиями среды осадконакопления, близостью источников сноса, большей контрастностью рельефа в котловине Горла. Исключительно высокие скорости осадконакопления (до 8-16 мм год), значительная мощность осадочной толщи (почти 24 м) также определяют специфичность процессов седиментогенеза в водоеме, существовавшем в Горле Белого моря в эпоху деградации последнего ледникового

покрова и становления современного морского бассейна, отличавшуюся кратковременными, но резкими изменениями природно-климатических условий, значительными колебаниями уровня океана.

ЛИТЕРАТУРА

Борисова О.К. Палеогеографические реконструкции для зоны перигляциальной зоны лесостепей Восточной Европы в позднем дриасе // Коротко периодичные и резкие ландшафтно-климатические изменения за последние 15 000 лет. М. 1994.

Воскресенская Т.Н., Соболев В.М. Состав и условия накопления осадков на шельфе Белого моря в позднем плейстоцене и голоцене // Литология и полезные ископаемые. 1998. №3. С. 239-242.

Жамойда В.А. Предварительные данные об аутигенном минералообразовании в верхнечетвертичных отложениях восточной части Финского залива // Геология морей и океанов. М.: изд-во АН СССР, 1984.

Жамойда В.А. Сравнительные аспекты аутигенного минералообразования в четвертичных отложениях морей гляциального шельфа и использование аутигенных минералов для стратификации разрезов // Осадочный покров гляциального шельфа северо-западных морей России. СПб. 1992.

Лаврова М.А. Четвертичная геология Кольского полуострова. М.; Л. 1960.

Лаврушин Ю.А., Спиридонов М.А. и др. Вещественный состав приповерхностных донных отложений юго-западной части Баренцева моря // Литология и полезные ископаемые. 1984. № 6. С. 24-40.

Невесский Е.Н., Медведев В.С., Калинин В.В. Белое море. Седиментогенез и история развития в голоцене. М: Наука, 1977.

Рыбалко А.Е., Лисицын А.П., Шевченко В.П., Новигатский А.Н., Алиев Р.А., Бобров В.А. Белое море – типичная модель седиментации во внутреннем море гляциальной зоны // Осадочные процессы: седиментогенез, литогенез, рудогенез (эволюция, типизация, диагностика, моделирование). М.: ГЕОС. 2006.

Соболев В.М., Алешинская З.В., Полякова Е.И. Новые данные о палеогеографии Белого моря в позднем плейстоцене // Корреляция палеогеографических событий: материк-шельф-океан. М.: Изд-во МГУ. 1995.

Соболев В.М. Состав, стратиграфия позднечетвертичных отложений Горла Белого моря и основные черты его палеогеографии // Проблемы палеогеографии и стратиграфии плейстоцена. М.: ф-т МГУ, 2008.

Эпштейн О.П., Гатауллин В.Н. Литология и условия образования четвертичных отложений в восточной части Баренцева моря // Литология и полезные ископаемые. 1993. № 1. С. 119-124.

GEOECOLOGICAL CONDITIONS AND SEDIMENTATION FEATURES IN THE LATE AND POST-GLACIAL HISTORY OF THE WHITE SEA THROAT

Glushankova N. I., Voskresenskaya T. N., Sobolev V. M.
Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

The results of complex interdisciplinary studies of reference sections of both the Throat of the White sea and its coast showed that during the degradation of the last ice sheet, a subglacial basin was laid and existed for a long time (allered - upper dryas – preboreal – boreal), which periodically had a connection with the sea, characterized by extremely high sedimentation rates and accumulation of thin, poorly sorted sediments up to 50 m thick. At the end of the boreal and beginning of the Atlantic time, the White sea Throat basin showed Litorin regression associated with the glacioisostatic uplift of the late Valdai glaciation. Starting from the sub-Atlantic time, due to the global increase in the level of the World's oceans, a sedimentation regime close to the modern one is finally established in the Throat of the White sea.

Keywords: *Pleistocene, reference sections, precipitation, subglacial basin, sedimentation, regression, deglaciation*