

УДК 551.3.051:551,794(268.45/.56)

*Яшин Д.С.***ГОЛОЦЕНОВЫЙ СЕДИМЕНТОГЕНЕЗ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ РОССИИ**

Рассмотрены особенности голоценового седиментогенеза, выделены области шельфа с различной направленностью современных литодинамических процессов, дана количественная оценка роли основных источников, формирующих голоценовую толщу арктических морей России.

Плейстоценовая история развития Арктического шельфа завершилась падением уровня Мирового океана и практически всеобщим осушением региона. Этот процесс захватил и шельф Берингова моря, что обусловило существование на северо-востоке единого крупного массива суши, называемого Берингией, который соединял Азию и Северную Америку. Широкое развитие, особенно на обширных и плоских шельфах восточной Арктики, получили процессы криолитогенеза. Вместе с тем наличие в унаследованных желобах и впадинах (прежде всего на западе) непрерывных разрезов позднеплейстоцен-голоценовых осадков свидетельствует, что связь с глубоководным Арктическим бассейном полностью не прерывалась

Характер предголоценового рельефа и природа водоемов, в которых формировались осадки, на западе и востоке Арктического шельфа были существенно различны.

Западно-Арктический шельф представлял собой относительно приподнятую расчлененную поверхность с наличием островов и водоемов, где продолжали формироваться морские отложения. Существует точка зрения о наличии на Баренцево-Карском шельфе плейстоценовых (в том числе и сартанских) ледников. Отрицая аккумулятивную деятельность плейстоценовых ледников в этом регионе, мы в то же время не исключаем существование «мертвых» ледниковых шапок на островах и мелководье.

Лаптевско-Чукотский шельф сартанского времени - это озерно-аллювиальная равнина с разветвленной речной сетью. Господствовали сухие холодные и безлесные пространства, где преобладал лессово-ледовый тип литогенеза. Гранулометрический состав развитых на шельфе отложений близок к составу таковых на севере Якутии и Чукотки. Их высокая плотность вполне объяснима характером перигляциального выветривания. Вопрос о шельфовом оледенении в этом районе практически не вставал. Вместе с тем предполагается, что образовавшийся до максимума сартанской регрессии морской ледовый покров в последующем в результате падения уровня Мирового океана мог остаться на наиболее приподнятых участках шельфа, исключив их из общего денудационно-аккумулятивного процесса развития.

Голоценовая трансгрессия, начавшаяся около 12 тыс. лет т.н., знаменует начало нового, пока не завершено, цикла развития арктического шельфа. В этот период

было сформировано достаточно надежно картируемое геологическое тело, сложенное слабоуплотненными ($1.4-1.7 \text{ г/см}^3$) осадками преимущественно алеврито-глинистого состава, которые в большинстве случаев несогласно перекрывают более плотные ($1.9-2.2 \text{ г/см}^3$) и «сухие» (влажность менее 30%) субаэральные образования плейстоцена. Помимо литофизических различий, для голоценовых осадков характерен еще один отличительный признак - наличие трубочек полихет и гидротроилита.

На большей части арктического шельфа голоценовые осадки имеют глинисто-алевритовый состав при доминировании мелкоалевритовой ($0.05-0.01 \text{ мм}$) фракции. О выдержанном составе современных осадков свидетельствуют средние и медианные значения основных фракций. Для алевритовой фракции они составляют соответственно 42.4% и 41.9% (море Лаптевых) и 38.0% и 31.0% (Чукотское море), для глинистой - 34.6% и 31.0% (море Лаптевых) и 43.0% и 46.0% (Чукотское море). У песчаной фракции подобные показатели принципиально иные - среднее 19.0%, медиана - 4.5%. Пески (чаще алевритовые) наиболее широко развиты на юге Баренцева моря (Печорский шельф), в зоне выноса рек Оби и Енисея (Карское море) и в прибрежной зоне Чукотского и Аляскинского шельфов. Крупные обломочные разности отмечаются лишь на участках с интенсивным гидродинамическим размывом, что свидетельствует об их образовании *in situ* за счет размыва более древних отложений. В процессе современного седиментогенеза крупнообломочные разности практически не образуются. Моногранулярные осадки не типичны. В Баренцевом море, например, они отмечены лишь на 6% площади шельфа, бигранулярные занимают около 80%, а полигранулярные покрывают 14% площади акватории [*Баренцевская шельфовая..., 1988*].

Природа голоценовых осадков в подавляющем большинстве морская терригенная с заметным влиянием аллювиальных фаций в прибрежной части шельфа и ледово-морских на севере акватории. Биогенно-карбонатные осадки, представленные обломками двустворок (абс. возраст 8-5 тыс. лет) и детритом баянуса (3-2 тыс. лет и менее) установлены близ границ Баренцева и Белого морей [*Баренцевская шельфовая..., 1988*], биогенные осадки кремнистой природы (до 14% SiO_2) известны в центральной части Чукотской впадины.

Первым рубежом, где начинается интенсивная аккумуляция поступающего вещества, является прибрежная зона и, прежде всего, барьер «река-море». Вместе с тем распределение мощностей современных осадков на шельфе свидетельствует, что в последующем, по-видимому за счет постоянной переработки течениями и волнениями, абразионная деятельность которых особенно велика на мелководье, значительная часть взвешенного и влекомого материала выносится в открытую часть бассейна. По данным уран-ториевого метода твердый сток рек, поступающий в море Лаптевых, до захоронения в осадок переосаждается в среднем 2.3 раза, а замутненные материковым стоком воды, согласно оптическим данным, наблюдались на расстоянии около 500 км от дельты р. Лены и эстуариев Оби и Енисея [*Буренков и Шевченко, 1999; Купцов и др., 1999*].

Более тонкие особенности распределения поступающего в бассейн вещества раскрывают корреляционные связи гранулометрических фракций между собой и с глубиной бассейна, рассчитанные для моря Лаптевых. Они свидетельствуют, что батиметрический контроль отчетливо устанавливается лишь для пелитовой фракции, исключая тонкодисперсную (менее 0.001 мм) составляющую. Зерна песчаной и алевритовой размерности во всех случаях абсолютно пассивны к параметру глубины. Резким антиподом песчаной фракции является не только пелитовая, но и мелкоалевритовая. Крупноалевритовая фракция по отношению к пелитовой ведет себя

как и песчаная - во всех случаях между ними наблюдается устойчивая отрицательная корреляция.

Из сказанного следует, что в процессе разделения мелких и крупных частиц, которое происходит в прибрежной зоне водоема, в зоне взмучивания, основная масса алевритовых зерен не переходит во взвешенное состояние с последующей миграцией в глубоководную часть акватории, а, как и песчаная, остается в зоне мелководья. Распределяются же они в пределах шельфа сугубо индивидуально и в большинстве случаев вне связи с глубиной бассейна. Таким образом, процессы механической дифференциации вещества, свойственные акваториям гумидной зоны, в полярной области в значительной мере подавлены. Причина этого - наличие ледового покрова (одного из основных факторов полярного литогенеза), который гасит деятельность волн. Влияние последнего на процессы осадконакопления особенно заметно в морях Лаптевых и Восточно-Сибирском, где средняя граница плавучего льда в августе-сентябре располагается в южной половине акваторий, часто непосредственно вблизи береговой линии. Кроме того, помимо прочих источников, значительная часть вещества (от пелитового до крупнообломочного) поступает в бассейн в процессе вытаивания из льдов в период их дрейфа и, следовательно, распределение этого материала не контролируется ни глубиной бассейна, ни положением относительно береговой линии.

Помимо ледового покрова, значительное влияние на процессы гидродинамики и распределение поступающего в бассейн материала оказывает также рельеф дна - плоский, всхолмленный, с элементами палеодолин и глубинами до 50-70 м в Восточно-Арктических морях и существенно более контрастный (с глубинами до 300-400 м) в Баренцево-Карском регионе.

Отмеченные особенности ледового режима и рельефа дна, а также тесно связанные с ними процессы динамики водной массы определяют и направленность литодинамических процессов, все многообразие которых позволяет выделить на шельфе области, в пределах которых доминируют: 1) процессы устойчивой аккумуляции; 2) процессы неустойчивой аккумуляции и перемыва; 3) процессы размыва.

Площади шельфа, в пределах которых ведущими являются процессы устойчивой аккумуляции, это приустьевые части рек в пределах всех акваторий и обширные участки внешнего шельфа морей Лаптевых, Восточно-Сибирского и Чукотского. На внутреннем шельфе процессы аккумуляции локализуются в пределах отрицательных структур (наиболее погруженные участки впадин, прогибов, а также палеодолин). Наиболее крупные это - Южно-Баренцевская впадина, Нордкапский и Предновоземельский прогибы (Баренцево море), Новоземельская впадина (Карское море), Южно-Лаптевский и Анисинский прогибы (море Лаптевых), Южно-Чукотская впадина. Лавинный характер биогенно-карбонатного осадконакопления со скоростью до 300-800 см/1000 лет отмечен близ границ Баренцева и Белого моря [*Баренцевская шельфовая...*, 1988; *Гуревич, 1986*]. На участках шельфа, где доминируют процессы устойчивой аккумуляции, формируется стратиграфически наиболее полная голоценовая толща (рис. 1, ст. 8632, 8532, 8537), содержащая нередко осадки всех четырех эпох голоцена (бореальной, атлантической, суббореальной и субатлантической). В современном срезе повсеместно наблюдаются субатлантические преимущественно алеврито-глинистые осадки полужидкой консистенции (рис. 2, 3, 4). Наиболее характерная мощность голоценовых толщ на этих участках шельфа составляет 2-5 м, максимальная (до 10-15 м) установлена на юге Баренцева моря, а также в Анисинском прогибе и Бельковско-Святоносском грабене моря Лаптевых [*Яшин и др., 1985; Kim et al., 1999*].

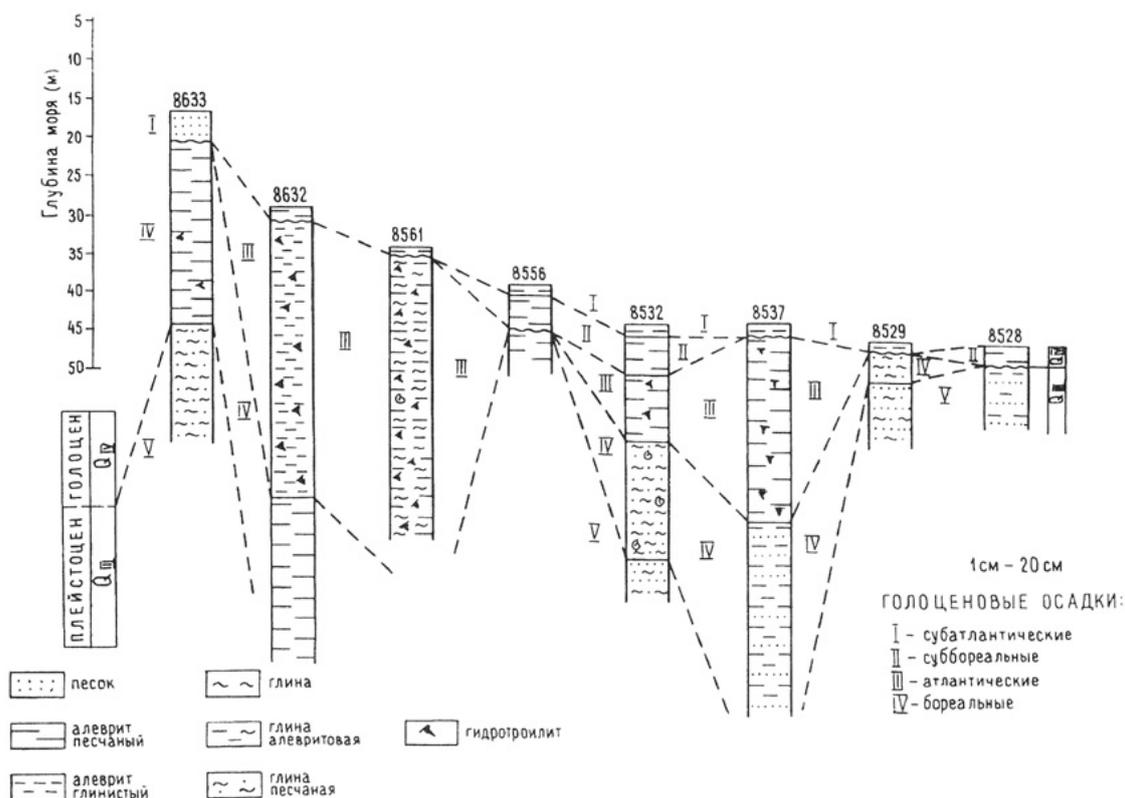


Рис. 1. Разрезы голоцена центральной части моря Лаптевых (Кириллов, Рождественская и др., 1987).

В пределах большей части арктического шельфа доминируют процессы неустойчивой аккумуляции и перемыва. Они определяют литодинамическую обстановку не только в областях со спокойным рельефом дна на внутренних шельфах Восточно-Арктических морей, но и в пределах относительно приподнятых участков крупных впадин и прогибов, их склонах, а также в зонах повышенной гидродинамической активности (окраинные желоба). Формирующаяся в этих условиях сокращенная по мощности (0.5-2.0 м) и полноте разреза голоценовая толща (рис. 1, ст. 8633) картируется как нерасчлененная (Q_{IV}^{1-4}), что предполагает возможность выхода на поверхность морского дна разновозрастных (от бореальных до субатлантических) осадков.

Процессы размыва наиболее значительны (как по динамике, так и по площади охвата) в пределах относительно приподнятого Баренцево-Северо-Карского бассейна, рельеф которого наиболее контрастен. Они определяют здесь литодинамическую обстановку не менее чем на 20-30% площади акваторий. Это прежде всего участки шельфа в пределах поднятий Персея, Центрально-Баренцевого и Центрально-Карского, Шпицбергенский и Таймыро-Североземельский шельфы. Не столь обширны, но весьма интенсивны процессы денудации, идущие на Чукотском шельфе. В море Лаптевых они локализованы на небольших по площади участках мелководий (банки Семеновская, Васильевская и др.), а в Восточно-Сибирском - в районе Медвежьих островов. На участках шельфа, где доминируют процессы размыва, отложения голоцена или отсутствуют, или их мощность не превышает 0.5 м (рис. 1, ст. 8529, 8528), и на поверхность морского дна выходят средне-позднеплейстоценовые образования (рис. 2, 3, 4). На Баренцево-Северо-Карском шельфе - это мореноподобные плотные ($1.9-2.2 \text{ г/см}^3$) и «сухие» (влажность 15-30%) алеврито-

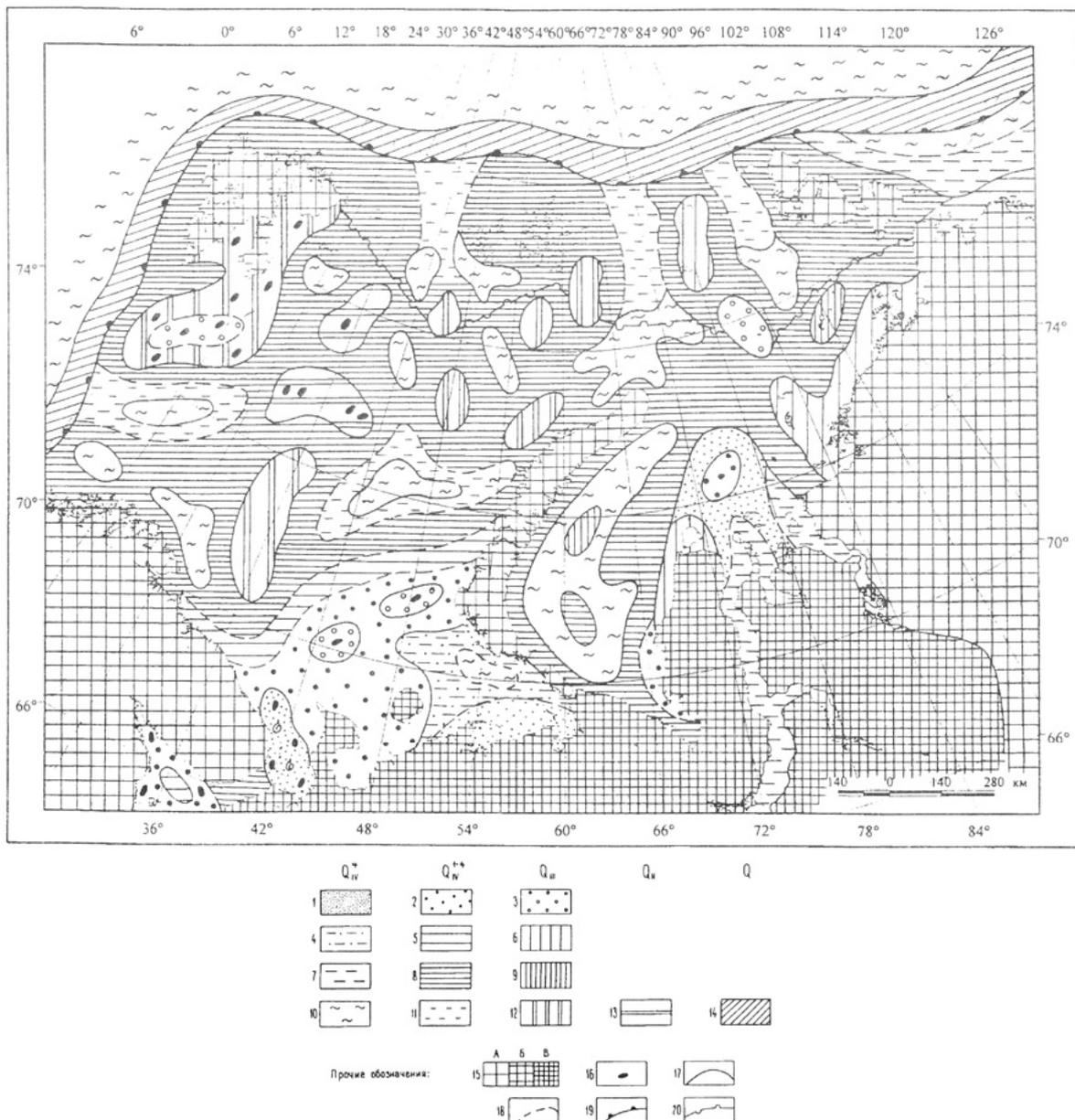


Рис. 2. Карта литодинамики Баренцева и Карского морей.

Возраст осадков и ведущие литодинамические процессы голоцена: Q_{IV}^4 — субатлантический, устойчивая аккумуляция; Q_{IV}^{1-4} — бореальный-субатлантический, неустойчивая аккумуляция, перемыв; Q_{II} , Q_{III} — средне-позднеплейстоценовый, размыв.

1—13 — гранулометрические типы донных осадков: 1—3 пески, пески алевритовые; 4—6 алевриты, алевриты песчаные; 7—9 алевриты глинистые; 10—13 — глины, глины алевритовые; 14 — терригенные осадки континентального склона (нерасчлененные); 15 — зоны механической денудации материкового обрамления со сносом ($t/км^2$ в год): А — менее 10, Б — 10—20, В — более 20; 16 — валуно-галечный материал; 17 — граница между разновозрастными осадками; 18 — граница между гранулометрическими типами одновозрастных осадков; 19 — бровка шельфа; 20 — средняя граница плавучего льда в августе—сентябре, разделяющая осадки на морские (аллювиально-морские) и ледово-морские.

глинистые осадки, известные в литературе под названием «древние глины». На долю песчаной фракции приходится не более 10-15%, нередко наличие обломочного материала. Анализ распределения гранулометрических фракций по площади шельфа свидетельствует о выдержанности механического состава «глин» и о намечающихся

его связях с современным структурным планом, что более свойственно осадкам водного генезиса [Яшин и др., 1985]. На Шпицбергенском шельфе плейстоценовые осадки представлены ледниково-морскими алевритовыми глинами, обогащенными валунно-галечным материалом, и плохо сортированными песками с большим количеством валунов, щебня и обломков раковин. В Восточно-Арктических морях - это осадки, близкие «древним глинам» и мелкозернистые пески, в ряде случаев (банка Геральд) обогащенные валунно-галечным материалом.

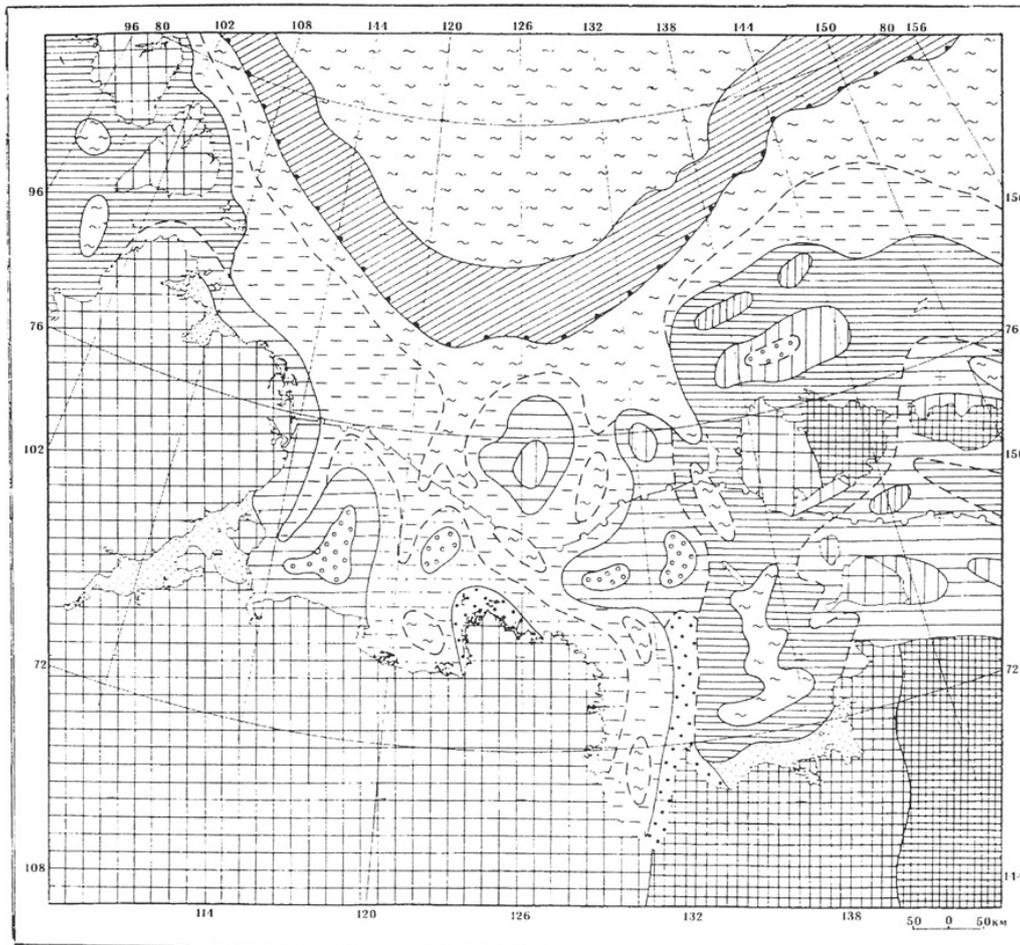


Рис. 3. Карта литодинамики моря Лаптевых.
Усл. обозн. см. рис. 2.

Рассматриваемые голоценовые отложения формировались (и формируются) в процессе последней трансгрессии, ход которой наиболее полно отражают комплексы микрофауны и диатомей, изученные О.Ф. Барановской, Е.И. Поляковой, Л.В. Поляком и Х.М. Саидовой [Полякова и Возовик, 1984; Полякова, 1988; Поляк, 1986; Саидова, 1982]. Анализ органических остатков показывает, что наиболее мелководным и холодноводным голоценовый бассейн был на ранних этапах трансгрессии, в бореальное время. Желоб Самойлова (Баренцево море) представлял в начале голоцена глубоководную бухту Норвежско-Гренландского бассейна, а северные желоба Баренцево-Карского региона - аналогичные бухты Арктического бассейна. В морях Лаптевых и Восточно-Сибирском береговая линия располагалась в районе современных глубин 40-50 м (на 200-300 км севернее современной), глубины Чукотской впадины не превышали 30 м (современная 50-60 м), а банка Геральд была

Таблица 1

Годовой балансовый расчет вещества, формирующего голоценовую толщу на арктических шельфах России

Моря	Внешние источники (10^6 т/г)						Размыв дна (10^6 т/г)	Все источники (10^6 т/г)	Расчетная площадь шельфа (10^3 км 2)	На 1 км 2 площади (т)
	Речной сток		Абразия берегов	Ледовый разнос	Всего					
	Взвешенный	Растворенный*								
Баренцево	$\frac{14.3}{4.0\%}$	$\frac{15.0}{5.0\%}$	$\frac{59.0}{19.0\%}$	$\frac{33.0}{11.0\%}$	$\frac{121.3}{39.0\%}$	$\frac{183.7}{61.0\%}$	$\frac{305.0}{100\%}$	1400	218.0	
Карское	$\frac{33.1}{13.0\%}$	$\frac{30.0}{11.0\%}$	$\frac{109.0}{42.0\%}$	$\frac{24.3}{9.0\%}$	$\frac{196.4}{70.0\%}$	$\frac{83.6}{30.0\%}$	$\frac{280.0}{100\%}$	880	318.0	
Лаптевых	$\frac{21.0}{12.0\%}$	$\frac{25.0}{14.0\%}$	$\frac{80.0}{44.0\%}$	$\frac{18.2}{10.0\%}$	$\frac{144.2}{80.0\%}$	$\frac{35.8}{20.0\%}$	$\frac{180.0}{100\%}$	450	400.0	
Восточно-Сибирское	$\frac{25.6}{10.0\%}$	$\frac{7.0}{3.0\%}$	$\frac{120.0}{48.0\%}$	$\frac{25.0}{10.0\%}$	$\frac{177.6}{74.0\%}$	$\frac{62.4}{26.0\%}$	$\frac{240.0}{100\%}$	900	265.0	
Чукотское	$\frac{8.0}{5.0\%}$	$\frac{3.0}{2.0\%}$	$\frac{35.0}{20.0\%}$	$\frac{16.0}{9.0\%}$	$\frac{62.0}{41.0\%}$	$\frac{88.0}{59.0\%}$	$\frac{150.0}{100\%}$	580	258.0	
Все моря	$\frac{102.0}{9.0\%}$	$\frac{80.0}{7.0\%}$	$\frac{403.0}{35.0\%}$	$\frac{116.5}{10.0\%}$	$\frac{710.5}{61.0\%}$	$\frac{453.5}{39.0\%}$	$\frac{1155.0}{100\%}$	4210	269.0	

* Около 30% от всей суммы растворенных веществ.

островом. Еще более мелководным, как и в Баренцево-Карском регионе с широким развитием островной суши, был бореальный бассейн на Аляскинском шельфе Чукотского моря. Об этом свидетельствуют более грубый (песчаный) состав осадков, а также отсутствие в ряде разрезов голоцена бореальных отложений (рис. 1).

В атлантический век море значительно продвинулось на юг, но не везде достигло современного положения. Береговая линия в море Лаптевых располагалась в районе современных глубин 25-30 м, а атлантические осадки в проливе Санникова содержат торф. Атлантический век - это период климатического оптимума, что выражается в резком увеличении в осадках всех арктических морей численности и видового состава моллюсков, микрофауны и диатомей, а также гидротроилита (восточные моря), что позволяет рассматривать атлантические осадки в качестве маркирующего горизонта голоценового разреза. На протяжении заключительного этапа голоценовой трансгрессии характер морского бассейна менялся мало. Судя по обилию криофильных водорослей, жизнедеятельность которых прямо связана с ледовым покровом, наиболее холодным он был в суббореальное время. Современные очертания арктические моря приняли в субатлантическое время (около 2 тыс. лет т.н.).

Баланс вещества, формирующего голоценовую толщу, складывается за счет внешних (сток рек, абразия берегов, ледовый разнос) и внутренних (размыв дна) источников.

Величина взвешенных веществ, ежегодно поставляемых реками в арктические моря, оценивается в $102.0 \cdot 10^6$ т, растворенных (по разным оценкам от 242.0 до $350.0 \cdot 10^6$ т [Большая Советская..., 1952; Моря Советской..., 1984]. Наиболее значителен твердый сток у рек, впадающих в Карское море - Обь ($13.4 \cdot 10^6$ т/г) и Енисей ($14.9 \cdot 10^6$ т/г). Характерно, что на востоке (реки Яна, Индигирка, Алазея, Колыма) в отличие от более западных рек, твердый сток преобладает над растворенным. Причина этого кроется как в более расчлененном (часто горном) рельефе водосборных бассейнов, так и в том, что значительно большая их часть (по сравнению с бассейнами других рек) располагается севернее полярного круга, где доминирует механическая денудация. Большая часть растворенных веществ (по некоторым подсчетам [Белов и Латина, 1961] не менее 70%) вследствие холодноводности бассейнов минует шельф и выносится в Северный Ледовитый и далее в Атлантический океаны. В акватории морей, в этой связи, осаждаются, по видимому, около $80.0 \cdot 10^6$ т/г вещества (табл. 1).

Значительный объем вещества поступает также за счет абразии берегов. Наибольшая скорость разрушения характерна для берегов, сложенных рыхлыми породами. Анализ аэрофотоснимков показал, что на о. Новая Сибирь (Восточно-Сибирское море) скорость разрушения отдельных участков южного берега составляет 3-5 м в год [Иванов и Яшин, 1959]. Расчеты О.В. Суздальского [1974] для Баренцева и Карского морей, и наши, выполненные на тех же принципах для остальных арктических морей, дают $403.0 \cdot 10^6$ т/г (табл. 1). Третий внешний источник (ледовый разнос) поставляет по расчетам В.А. Кошелевой [Кошелева и Яшин, 1999] $116.5 \cdot 10^6$ т/г осадочного материала. Таким образом, за счет внешних источников (сток рек, абразия берегов ледовый разнос) в арктические моря России ежегодно поступает $701.5 \cdot 10^6$ т вещества. Это составляет только 61% от суммы ежегодно накапливаемых осадков за счет всех источников, которая (сумма), исходя из средней мощности голоцена в пределах конкретных участков шельфа, оценивается нами в $1155 \cdot 10^6$ т/год. Разница в $453.5 \cdot 10^6$ т/г (39%) - это масса вещества, поступающего в моря за счет иных источников и, прежде всего, за счет подводного размыва дна. Одним из доказательств этого являются данные факторного анализа, выполненного на материалах по вещественному составу донных осадков Баренцева моря. Они свидетельствуют, что

эпидот и гранат, в отличие от плейстоценовых отложений, где они территориально разобщены (резкая отрицательная корреляция), в голоценовых осадках являются составной частью единой минералогической ассоциации. Наиболее значительна роль размыва дна в формировании голоценовой толщи в морях Баренцевом и Чукотском (около 60% всей массы вещества), для остальных акваторий роль размыва дна оценивается в 20-30% (табл. 1). В силу неравномерной изученности голоценовых осадков Арктических морей мы далеки от абсолютизации приведенных цифр. Новый материал безусловно поможет уточнить как объем вещества, накопившегося в морях за голоцен, так и роль каждого из источников. Вместе с тем значительный, а в ряде случаев и определяющий, вклад донного размыва, на наш взгляд, сомнений не вызывает.

Список литературы

1. Баренцевская шельфовая плита / под ред. И.С.Грамберга. Л., Недра, 1988. 264 с.
2. Белов Н.А., Лапина Н.Н. Донные отложения Арктического бассейна. Л., Морской транспорт. 1961. 150 с.
3. Большая Советская Энциклопедия. 1952. Т. 15. С. 513-514.
4. Буренков В.И., Шевченко В.П. Пространственное распределение взвешенного вещества в арктических морях по оптическим данным (тез.) // Геология морей и океанов. XIII Межд. Школа морской геологии. М., 1999. Т. 1. С. 122.
5. Гуревич В.И. Голоценовое осадконакопление на Западно-Арктическом шельфе // Кайнозой шельфа и островов Советской Арктики. Л., ПГО «Севморгеология», 1986. С. 50-55.
6. Иванов О.А., Яшин Д.С. Новые данные о геологическом строении о. Новая Сибирь // Сборник статей по геологии Арктики. Л., НИИГА, 1959. Т. 96. Вып. 8. С. 61-78.
7. Кошелева В.А., Яшин Д.С. Донные осадки арктических морей России. СПб., ВНИИОкеангеология, 1999. 286 с.
8. Купцов В.М., Лисицын А.П., Шевченко В.П., Буренков В.И. Потоки взвешенного вещества в донные отложения моря Лаптевых по данным уран-торцевого метода (тез.) // Геология морей и океанов. XIII Межд. Школа морской геологии. М., 1999. Т. 1. С. 135.
9. Моря Советской Арктики. Л., Недра, 1984. Т. 9. 280 с.
10. Полякова Е.И., Возовик Ю.И. Некоторые вопросы развития Чукотского моря в голоцене (по комплексам диатомей) // Океанология. 1984. Т. XXIV. Вып. 5. С. 789-793.
11. Полякова Е.И. Диатомей арктических морей СССР и их значение при исследовании донных осадков // Океанология. 1988. Т. XXVIII. Вып. 2. С. 288-292.
12. Поляк Л.В. Стратиграфия и условия формирования верхнечетвертичных отложений Баренцева моря // Кайнозой шельфа и островов Советской Арктики. Л., ПГО «Севморгеология». 1986. С. 63-75.
13. Саидова Х.М. Стратиграфия и палеогеография голоцена Чукотского моря и Берингова пролива по фораминиферам // Проблемы геоморфологии, литологии и литодинамики шельфа. М., Наука, 1982. С. 92-114.
14. Суздальский О.В. Литодинамика мелководья Белого, Баренцева и Карского морей // Геология моря. Л., НИИГА, 1974. Вып. 3. С. 27-33.

15. Яшин Д.С., Мельницкий В.Е., Кириллов О.В. Структура и вещественный состав донных отложений Баренцева моря // Геологическое строение Баренцево-Карского шельфа. Л., ПГО «Севморгеология», 1985. С. 101-115.

16. Яшин Д.С., Кошелева В.А. Особенности голоценового седиментогенеза морей Лаптевых и Восточно-Сибирского // Научные результаты эксп. ЛАПЭКС-93. СПб, Гидрометеиздат, 1994. С. 257-265.

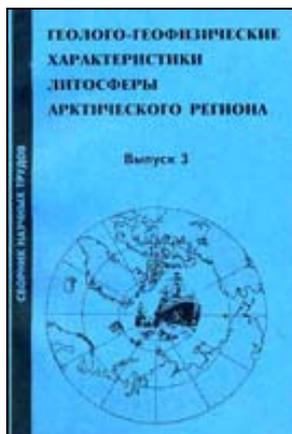
17. Kim B., Grikurov G., Soloviev V. High Resolution Seismic Studies in the Laptev Sea Shelf // Land-Ocean systems in the Siberian Arctic. Berlin Heidelberg. 1999. P. 683-692.

Yashin D.S. Holocene sedimentation in the Russian Arctic seas // Geological-geophysical features of the lithosphere in the Arctic Region. St. Petersburg. VNIIOkeangeologia, 2000. № 3. P. 57-67.

Main features of Holocene sedimentation are considered, shelf areas with various modern lithodynamic processes are revealed; the role of major sources formed the Holocene veneer in the Arctic Russian seas is quantitatively evaluated.

Tabl. 1, fig. 4, reference - 17.

Ссылка на статью:



Яшин Д.С. Голоценовый седиментогенез арктических морей России // Геолого-геофизические характеристики литосферы Арктического региона. СПб, ВНИИОкеангеология, 2000. Вып. 3. С. 57-67.