

УДК 551.35 : 550.42 (268.58)

Н.А. Белов, В.И. Огородников

ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОГО ОСАДКООБРАЗОВАНИЯ И НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ГЕОХИМИИ ДОННЫХ ОСАДКОВ ШЕЛЬФА ЧУКОТСКОГО МОРЯ

Изложены результаты исследований проб донных отложений Чукотского моря. Рассматриваются основные факторы, влияющие на современное осадкообразование и концентрацию железа, марганца и карбонатов. Приводятся карты распределения вышеназванных компонентов в донных осадках шельфа Чукотского моря.

Вопросам донного осадкообразования в Чукотском море посвящено незначительное количество работ советских и иностранных исследователей [Семенов, 1964; 1965; Огородников, 1972; 1972а; 1973; Carsola, 1954; Creager & McManus, 1961; 1965; Diets et al., 1964; McCulloch, 1967]. В последнее время океанографическими экспедициями Арктического и антарктического научно-исследовательского института собран большой и интересный геологический материал по шельфу Чукотского моря.

В основу настоящей статьи положены результаты комплексных литолого-геохимических исследований проб донных отложений, собранных в экспедициях ААНИИ в период с 1959 по 1976 г., с участием авторов. Для уточнения некоторых неясных вопросов в той или иной мере привлекались также материалы практически всех советских экспедиций послевоенного периода, начиная с исследований на ледоколе «Северный полюс» в 1946 г.

Донные осадки шельфа Чукотского моря представлены терригенным материалом. Формирование основных типов осадков определяется геологическим строением прилегающей суши, условиями мобилизации и путями поступления вещества с водосборных бассейнов, гидрологическим режимом и рельефом дна моря.

Отношение площади питания к площади седиментации Чукотского моря $V/L = 0,51$ несколько ниже этого отношения для Северного Ледовитого океана (0,92) и выше, чем для Атлантического, Индийского и Тихого океанов (соответственно 0,30; 0,09; 0,04) [Страхов, 1960], что указывает на довольно высокую интенсивность питания бассейна осадочным материалом. Однако интенсивность питания несколько ослабляется в связи с географическим положением моря и его водосборного бассейна.

Водосборный бассейн Чукотского моря находится в зоне действия арктического климата, для которого характерны отрицательные среднегодовые температуры воздуха, выпадение атмосферных осадков преимущественно в твердом виде, наличие вечной мерзлоты в области питания и присутствие ледового покрова в море большую часть года. Эти факторы определяют ход мобилизации осадочного материала на суше и особенности поступления его в бассейн седиментации.

Наличие вечной мерзлоты на суше оказывает значительное влияние на процессы выветривания и почвообразования. В водосборном бассейне моря получили широкое развитие почвы арктической пустыни и тундры, а по горным хребтам - каменистые и слаборазвитые почвы горной тундры.

В условиях холодного арктического климата химические и биологические процессы на суше подавлены, преобладает физическое выветривание (механическая дезинтеграция пород). Результатом этого является незначительное количество в почвах Чукотки и Аляски глинистого материала. Гранулометрические анализы некоторых почв показывают преобладание в их составе алевритов и мелких песков, значительный процент приходится на долю щебня и гравия, в результате чего в реки в основном поступает песчано-алевритовый материал. Наибольшее количество его выносится в море в короткий летний период, когда идет оттаивание верхних слоев почв и интенсивное таяние горных ледников, питающих реки Чукотки и Аляски (период половодий). Пелитовый же материал поступает в море в небольших количествах, но на протяжении всего года.

По минералогическому составу поступающий в речную сеть материал отвечает минералогическому составу пород бассейна и почти не искажается химическим выветриванием. Следует также отметить, что развитие в области питания мощных толщ мерзлых пород отрицательно сказывается на деятельности подземных вод, что уменьшает вынос растворимых соединений в море, особенно в областях с горным рельефом. На эту зону приходится минимальные величины солевого (ионного) стока. Минерализация речных вод не превышает 200 мг/л, а для мелких водотоков - 50 мг/л. Тип вод гидрокарбонатный [Алекин, 1951].

Таким образом, процессы выветривания идут очень медленно, почти нет разложения минералов, не происходит также диагенетических изменений. Вечная мерзлота затрудняет выщелачивание солей из почвы и коренных пород, процессы химического выветривания при низких температурах ослаблены. Наибольшее участие в формировании солевого стока принимают поверхностные надмерзлотные воды.

Основным источником поступления осадочного материала в Чукотское море является Берингоморское течение. Через Берингов пролив ежегодно поступает около 30 000 км³ воды, что приносит в виде взвеси 110-154 млн. т осадочного материала [Лисицын, 1966].

Часть осадочного материала поступает в бассейн Чукотского моря с материковым стоком полуостровов Чукотки и Аляски, однако его количество различно. По данным А.П. Бурдыкиной [1949], реки приносят в море до 5,8 млн. т осадочного материала в год, от разрушения берегов, различных по морфологии и геологическому строению, его по объему поступает значительно меньше. Важную роль в формировании современных берегов сыграли оледенения и трансгрессии, заполнившие древние долины мощной толщей морских и ледниковых отложений. Аккумуляция гляциально-морских осадков обусловила чередование участков берега, сложенных коренными и рыхлыми четвертичными породами, особенности которых отражены в морфологии. На коренных породах формируются преимущественно высокие крутые скалистые берега, на рыхлых отложениях - низкие, чаще обрывистые, нередко осложненные осыпями или оползнями, иногда низменные пологие [Яценко, 1963]. На низких берегах, сложенных рыхлыми осадочными породами, скованных вечной мерзлотой и подвергающихся усиленному размыву, встречен ископаемый лед. Скалистые берега, сложенные плотными как осадочными, так и изверженными и метаморфическими породами, подвергаются морской и ледовой абразии. Разрушение берегов и интенсивный вынос осадочного материала в море происходят в течение 3-4 месяцев в году, так как в остальное время ледниковый покров акватории моря препятствует абразии. По В.Н. Саксу [1952], с учетом длины береговой линии за счет абразии доставляется в море 25% осадочного материала от всего твердого стока, что составляет 1,5 млн. т в год. Крупность материала, поступающего в морской бассейн при разрушении берегов, определяется размерностью зерен минералов, слагающих породы побережья, и прочностью цементирующего вещества. Измельчение зерен минералов происходит очень медленно, так как повышенная активность гидродинамического режима кратковременна. За этот срок происходит разрушение

главным образом цемента породы и минералов, легко поддающихся физическому выветриванию [Лапина и др., 1971].

Особенности поступления осадочного материала с окружающей суши находят свое отражение в бассейне седиментации, где главная роль принадлежит механической дифференциации вещества и преобладанию терригенной составляющей в морских осадках. В Чукотском море получили развитие терригенные осадки всех гранулометрических разностей от песков до глинистых илов. Для всех типов осадков характерно наличие крупнообломочного материала (рис. 1).



Рис. 1. Схематическая карта распределения донных осадков на шельфе Чукотского моря.
1 — гравийно-галечные отложения; 2 — пески (без подразделения); 3 — крупные алевриты; 4 — мелко-алевритовые илы; 5 — алеврито-глинистые илы; 6 — глинистые илы.

Данные по распределению основных гранулометрических типов осадков указывают на их тесную связь с гидрологическим режимом и рельефом дна моря.

Поверхность дна Чукотского моря по сравнению с соседним Восточно-Сибирским морем более расчленена, что объясняется неотектоническими колебательными движениями в четвертичный период, в то время как Восточно-Сибирское море развивалось в спокойных условиях. Граница внешнего шельфа проходит по изобате 80-100 м. В этих пределах большая часть шельфа представляет пологую волнистую, местами плоскую равнину, слабо наклоненную к северу, с хорошо сохранившимся субаэральным рельефом. Почти на всем протяжении эта равнина расчленена Чукотским желобом неотектонического происхождения, который разделяет поверхность шельфа на две разнородные части. В настоящее время большая часть желоба в пределах шельфа является погребенной под толщей осадков и выделяется как Чукотская котловина. Собственно желоб начинает прослеживаться на широте о. Врангеля. Восточная часть шельфа более расчленена поднятиями субаэрального происхождения и подводными долинами. К

рельефу субэарального происхождения относится и район Центральных банок (Центральная возвышенность). Наиболее крупное поднятие имеют банка Геральда и две другие безымянные банки. Район Центральной возвышенности - остаток существовавшего горного хребта, который является продолжением хр. Брукса на Аляске. Это доказывается петрографическим составом галек, поднятых в этом районе, а также общим характером рельефа поверхности дна на пространстве от Аляски до о. Врангеля. Поверхность склонов Центральной возвышенности полого увалистая, с отчетливо выраженными подводными ложбинами. Увалы с ложбинами совпадают с направлением хребтов на о. Врангеля и на Аляске. Все это говорит о существовании затопленного горного массива, простиравшегося от западной оконечности о. Врангеля через Центральную возвышенность к хр. Брукса на Аляске.

На составленной схеме морфологического районирования шельфа в районах, прилегающих к полуостровам Чукотки и Аляски, выделяются западное и восточное мелководья. Западное представляет пологую равнину с наклоном на северо-восток, расчлененную несколькими подводными долинами. Все подводные долины прослеживаются до глубины 50 м, где проходила древняя береговая линия. Более значительный участок по площади занимает восточное мелководье, представляющее собой предельную равнину морской аккумуляции. Общий уклон равнины к северу достигает не более 2-3'.

В настоящее время рельеф дна Чукотского моря подвергается геологическим процессам, которые тесно связаны с динамикой морских вод. Течения и волнения размывают положительные формы рельефа, а в отрицательных формах идет накопление осадков, что в целом ведет к планации поверхности шельфа [*Белов и Лапина, 1961*].

Водные массы Чукотского моря формируются в основном Берингоморскими водами. Только в северной части придонная вода имеет атлантическое происхождение. Берингоморские воды, проникая в Чукотское море через Берингов пролив, занимают почти всю акваторию и распространяются даже за ее пределы в Арктический бассейн. В Чукотское море, как уже указывалось, ежегодно поступает около 30 000 км³ теплых вод, что составляет 60% от общего его объема [*Федорова и Янкина, 1963*]. Располагаются берингоморские воды на глубине 50-100 м, их максимальная температура не превышает +1, +1,5°C. В течение года Берингоморское течение испытывает значительные колебания: зимой приток теплых вод незначителен и существенного влияния на гидрологический режим не оказывает, летом возрастает в несколько раз. Годовое количество тепла, приносимое берингоморскими водами, достаточно для таяния льдов примерно на половине акватории моря.

Трансформированные атлантические воды в Чукотском море встречаются на глубине более 125-150 м. Их максимальная температура 0, +0,5°C. Мощность слоя атлантических вод по мере продвижения на юг быстро уменьшается; далее всего на юг (до 73°41' с.ш.) они располагаются по Чукотскому желобу (между 180 и 185° в.д.).

Берингоморское течение, выходя из Берингова пролива, в южной части Чукотского моря разделяется на три ветви. Наиболее мощная (Аляскинская) ветвь идет вдоль берегов Аляски к м. Барроу. Средняя (Геральдовская) ветвь проходит на северо-северо-запад, обходя с востока о. Геральд. Западная (Лонговская) ветвь на траверзе м. Хоп поворачивает к проливу Лонга. Вдоль Чукотского побережья к Берингову проливу проходит течение, несущее холодные воды Восточно-Сибирского моря. На стыке разнонаправленных теплого и холодного течений возникают местные циклонические круговороты. Скорости постоянных течений колеблются от 0,5 до 1,5 узла, иногда возрастают до 2,5 узла и полностью зависят от силы и направления господствующих ветров. В зимнее время, когда над акваторией Чукотского моря господствуют северо-западные ветры, Берингоморское течение иногда прекращается совсем, зато максимально усиливается течение, идущее из пролива Лонга вдоль побережья Чукотки [*Федорова и Янкина, 1963*].

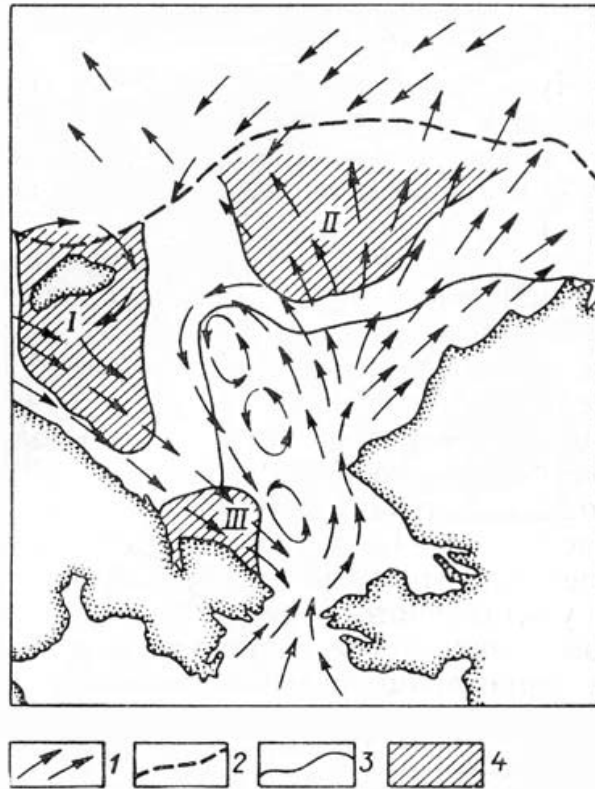


Рис. 2. Обзорная гидрологическая карта Чукотского моря.

1 — течения на поверхности Чукотского моря; 2 — кромка паковых льдов; 3 — кромка плавучих льдов в навигационный период; 4 — ледяные массивы: I — Врангелевский, II — Центральный Чукотский, III — Колючинский.

Максимум солености обнаружен в центральной части моря и составляет 31-35‰, у берегов Аляски - 29-31‰, Чукотки - 22-28‰. Воды Чукотского моря обладают высокой прозрачностью (до 30 м), пониженные величины (до 6 м) наблюдаются только вблизи устьев рек. Количество растворенного кислорода в поверхностных слоях достигает 100%; в северной части моря на глубине 125-150 м наблюдается минимум кислорода, что объясняется проникновением в этот район обедненных кислородом атлантических вод.

Ледовый режим Чукотского моря отличается большой суровостью, значительная часть акватории моря покрыта плавучими льдами. Отличительной особенностью является незначительное развитие припая (10-20 км), в то время как в морях Лаптевых и Восточно-Сибирском он распространяется на сотни километров. В Чукотском море образуются три ледовых массива: Врангелевский, Колючинский и Центральный (рис. 2) [Федорова и Янкина, 1963].

Концентрация и характер распределения химических компонентов в осадках Чукотского моря определяются гидролого-гидрохимическим режимом, геохимической обстановкой, рельефом дна и гранулометрическим составом донных осадков. Изучение закономерностей их распространения в осадках позволит определить общий геохимический фон бассейна седиментации, выявить факторы, способствующие концентрации отдельных компонентов в донных отложениях, и особенности их формирования на шельфе Чукотского моря.

По данным валового химического анализа в донных осадках наблюдается высокое содержание кремнекислоты (от 58,09 до 89,73%), увеличивающееся в песчаных отложениях и уменьшающееся в глинистых. Среди песчаных осадков наиболее высокое содержание (84,24-89,73) наблюдается в пробах, собранных на Восточном мелководье и у побережья полуострова Аляски. У полуторных окислов наблюдается обратная

зависимость: увеличение содержания в глинистых осадках (до 25%) и уменьшение в песчаных (до 10%). Среди полуторных окислов преобладают Al_2O_3 и Fe_2O_3 , остальные компоненты - в меньших количествах. Незначительное содержание свободной углекислоты, а также преобладание щелочных элементов над щелочноземельными говорит об отсутствии карбонатов.

Железо, марганец и карбонаты в поднятых колонках донных осадков определялись 2,5%-ной солянокислой вытяжкой. Содержание карбоната кальция контролировалось по количеству карбонатной CO_2 , выполненной на аппарате Кноппа - Фрезениуса [Методы изучения..., 1957].

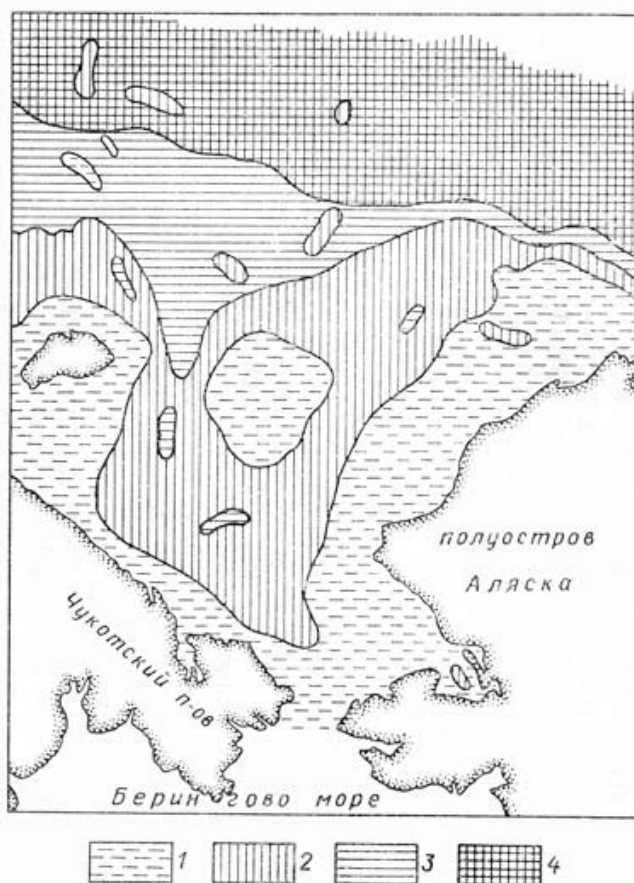


Рис 3. Карта распределения железа в современных донных осадках Чукотского моря (в % на сухое вещество осадка).

1 - 1,0-2,0; 2 - 2,0-3,0; 3 - 3,0-5,0; 4 - более 5,0.

Железо и марганец относятся к элементам со сложной формой миграции. Их геохимическая природа очень близка, поэтому распределение в морских осадках определяется в основном одними и теми же факторами, но соединения марганца более подвижны и более чувствительны к изменениям окислительно-восстановительной обстановки, поэтому области концентрации их в осадках различны. Для донных осадков Чукотского моря характерно содержание железа от 1,0 до 5,0%; минимальные значения 1,0-2,0% зафиксированы в крупнозернистых осадках (пески, крупные алевриты), максимальные 3,0-5,0 и более 5,0% приурочены к районам развития алеврито-глинистых и глинистых илов. Выделенная на карте зона содержания железа более 5,0% может быть отнесена к районам развития слабожелезистых осадков (рис. 3). Содержание марганца в донных осадках колеблется от 0,01 до 0,2%. Наиболее высокие содержания марганца, так же как и железа, отмечены в районах развития тонкозернистых осадков, в песках и крупных алевритах наблюдается минимальное содержание марганца.

В самой северной части моря выделена зона развития слабомарганцовистых осадков (содержание более 0,2%) (рис. 4). Геохимия марганца в современных водоемах близка к геохимии железа; источники поступления и формы содержания в морской воде тождественны с железом. Марганец поступает в форме окислов различной валентности и органо-минеральных соединений, находящихся как во взвешенном, так и в растворенном виде. Процессы перехода двухвалентного марганца, приносимого из области питания и образующегося при гидролизе органо-минеральных соединений в высшую валентность MnO_2 , являются основной формой марганца, поступающего в донные осадки.



Рис. 4. Карта распределения марганца в современных донных осадках Чукотского моря (в % на сухое вещество осадка).

1 — менее 0,01; 2 — 0,01-0,1; 3 — 0,1-0,2; 4 — более 0,2.

Трансформация соединений марганца происходит в основном в тех же зонах, что и железа, т.е. на стыке вод, имеющих различные гидрохимические показатели. Однако в отличие от железа окислы марганца более подвижны. Соединения железа менее растворимы, а потому раньше переходят в осадок; этим объясняется некоторое несовпадение областей наиболее высокой концентрации железа и марганца в осадках [Белов и др., 1968]. В связи с тем, что марганец дольше пребывает в воде, он часто выносится за пределы шельфа в океан. Повышенное содержание железа и марганца в северной части моря обусловлено смешением вод, имеющих различные гидрохимические показатели (атлантических, поднимающихся по материковому склону, как уже указывалось, и чукотских, сформированных в основном тихоокеанскими водными массами). В результате этого смешения создаются наиболее благоприятные условия для окислительных процессов, что и создает повышенные концентрации железа и марганца в осадках этих районов.

На остальной части шельфа Чукотского моря увеличение содержания этих компонентов идет с увеличением дисперсности осадков (см. таблицу, рис. 5).

Таблица. Среднее содержание Fe и Mn (в % по данным 2,5%-ных солянокислых вытяжек)

Тип осадка	Количество анализов	Fe	Mn
Пески	12	1,20	0,006
Крупные алевриты	20	1,30	0,01
Мелкоалевритовые илы	28	1,56	0,02
Алеврит. глин. илы	16	2,37	0,03
Глинистые илы	16	3,78	0,13

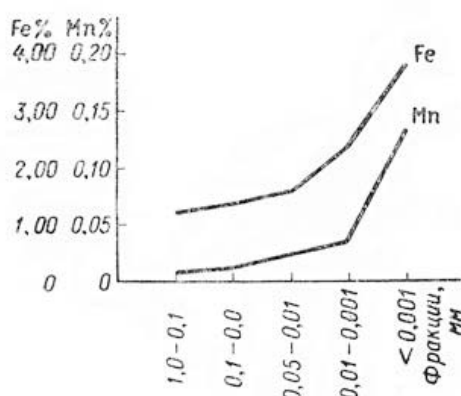


Рис. 5. График распределения средних содержаний железа и марганца в гранулометрическом спектре осадков шельфа Чукотского моря.

Содержание CaCO_3 в донных осадках Чукотского моря колеблется от 1,0 до 2,0% (рис. 6). Такие низкие концентрации говорят о том, что в море нет условий для формирования карбонатных отложений. Связано это с тем, что воды не насыщены карбонатами. Несмотря на то, что растворимые вещества, поступающие из области питания, до 70% представлены бикарбонатами, последние по температурным условиям вод не переходят в осадок, а переносятся за пределы моря в Арктический бассейн. Имеющиеся данные [Белов и Лапина, 1961] показывают, что бикарбонаты не осаждаются также и в Арктическом бассейне, они течениями переносятся в Гренландское море. Низкие температуры воды способствуют растворению свободной углекислоты, следовательно, и растворению карбоната кальция. В

глубоководных частях этому способствует также высокое гидростатическое давление.

В Чукотском море наиболее высокие содержания CaCO_3 в осадках ($>0,2\%$) отмечены в южной и восточной частях. Это, очевидно, происходит за счет привноса обломочных зерен материковым стоком при размыве карбонатных пород. В восточную часть моря некоторое количество обломочного карбоната поступает с Канадского арктического архипелага.

Фауна фораминифер в донных осадках Чукотского моря не многочисленна и не оказывает решающего влияния на формирование биогенного карбоната. По данным С.В. Тамановой [1965], в осадках определено 67 видов фораминифер, из них 33 имеют известковый скелет, а 34 - агглютинирующие (песчаные).

Беринговоморские воды, имеющие важное значение в гидрологическом режиме Чукотского моря, также не насыщены карбонатом кальция; по Д.Е. Гершановичу [1969], содержание CaCO_3 в осадках Берингова моря не превышает 2,5%.

Микроскопические исследования донных осадков Чукотского моря показали, что в них встречаются, как уже отмечалось, фораминиферы и некоторое количество обломочного карбоната. Таким образом, карбонат кальция частично является биогенным, частично терригенным.

Для донных осадков Чукотского моря, формирующихся в арктическом климате, характерен терригенный состав, обусловливаемый замедленностью химических и биологических процессов как в области питания, так и в области седиментации. В северной части моря на внешнем шельфе получили развитие хемогенно-терригенные осадки (слабожелезистые и слабомарганцовистые глинистые илы). Повышенное содержание железа и марганца в этом районе связано с особенностями гидрохимического

режима. На шельфе Чукотского моря увеличение содержания этих компонентов происходит с увеличением дисперсности осадков.

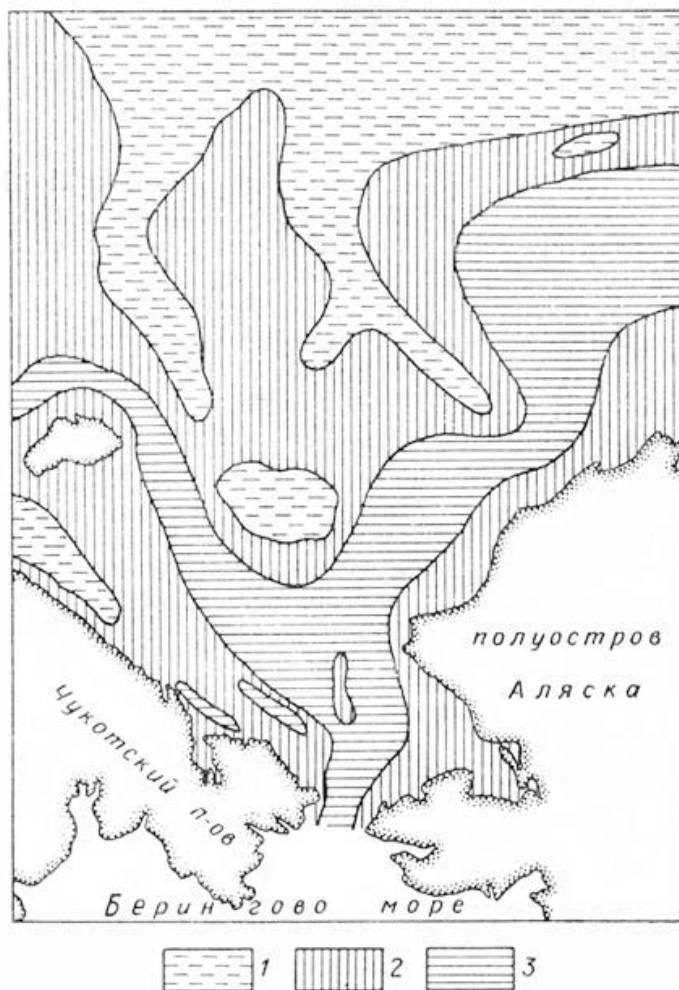


Рис. 6 Карта распределения карбоната кальция в современных донных осадках Чукотского моря в % на сухое вещество осадка.
1 – менее 1,0; 2 – 1,0-2,0; 3 – более 2,0.

Низкие температуры воды не способствуют осаждению CaCO_3 в Чукотском море. Терригенным путем карбонаты поступают в незначительных количествах. Поэтому на шельфе Чукотского моря, как и в соседнем Беринговом море, получили развитие бескарбонатные осадки.

Summary

As a result of complex investigation of the ground sedimentary tests carried in Chukchi Sea data on the distribution of iron, manganese and carbonate in sediments have been collected. The role of different factors influencing modern sedimentation in the Chukchi Sea has been shown.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алекин О.А. К познанию стока растворенных веществ с территории СССР. - «Метеорология и гидрология», 1951, № 3, с. 27-30.
2. Белов Н.А., Лапина Н.Н. Донные отложения Арктического бассейна. Л., «Морской транспорт», 1961. 66 с.
3. Белов Н.А., Куликов Н.Н., Лапина Н.Н., Семенов Ю.П. Распределение железа, марганца и карбонатов в осадках Северного Ледовитого океана. - Труды АНИИ, т. 285, 1968, с. 67-73.

4. *Бурдыкина А.П.* Твердый сток рек Советской Арктики. - Труды ААНИИ, т. 1, ГУСМП, 1949. 205 с.
5. *Гершанович Д.Е.* Геология дна Берингова моря и залива Аляска. - Автореф. докт. дис. Л., 1969. 43 с.
6. *Огородников В.И.* Некоторые черты современного седиментационного процесса в Чукотском море. - ДАН УССР, сер. Б, 1972, № 6. 502 с.
7. *Огородников В.И.* О минеральном составе песчано-алевритовых фракций юго-западной части Чукотского моря. - ДАН УССР, сер. Б, 1972а, №11 с. 988-990.
8. *Огородников В.И.* О содержании марганца, железа и карбонатов в современных донных осадках Чукотского моря. - В кн.: Стратиграфия, условия формирования, состав и свойства осадочных пород. Киев, «Наукова думка», 1973. 54 с.
9. *Лапина Н.Н., Семенов Ю.П., Белов Н.А.* Глубоководные осадки Северного Ледовитого океана. - В кн.: История Мирового океана. М., «Наука», 1971, с. 195-205.
10. *Лисицын А.П.* Процессы современного осадкообразования в Беринговом море. М., «Наука», 1966. 155 с.
11. Методы изучения осадочных пород (под ред. Н.М. Страхова и др.), т. 11. М., Госгеолтехиздат, 1957. 25 с.
12. *Сакс В.Н.* Условия образования донных осадков в арктических морях СССР. - Труды НИИГА, т. 35. Л.-М., ГУСМП, 1952. 31 с.
13. *Семенов Ю.П.* О некоторых особенностях формирования донных отложений Восточно-Сибирского и Чукотского морей. - Труды НИИГА, т. 143. М., «Недра», 1965. 351 с.
14. *Семенов Ю.П.* Минералогический состав донных отложений Восточно-Сибирского и Чукотского морей. - Учен. зап. НИИГА, вып. 4. М., «Недра», 1964. 236 с.
15. *Страхов Н.М.* Основы теории литогенеза, т. 1. М., Изд-во АН СССР, 1960. 24 с.
16. *Таманова С.В.* Распределение фораминифер в Чукотском море. - Учен. зап. НИИГА, сб. Региональная геология, вып. 6. Л., «Недра», 1965. 35 с.
17. *Федорова З.П., Янкина З.Т.* Поступление тихоокеанской воды через Берингов пролив в Чукотское море. - «Океанология», т. 3, вып. 5, 1963. 57 с.
18. *Яценко А.А.* Основные закономерности рельефа Чукотского полуострова. - Известия АН СССР, сер. геогр., 1963, № 4. 54 с.
19. *Carsola A.* Recent marine sediments from Alaskan and north-west Canadian Arctic. - Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., 1954, vol. 38, N 7, p. 241.
20. *Creager J.S., McManus D.A.* Marine geology of continental shelf north of Bering strait. - In: The 10th Pacific Sci. Congr. Abstracts. Honolulu, 1961, p. 12.
21. *Creager J.S., McManus D.A.* Pleistocene drainage patterns on the floor of the Chukchi Sea. - Marine Geol., 1965, N 4, p. 32.
22. *Diets R., Carsola A., Buffinaton E.* Sediments and topography of the Alaskan shelves. - In: Papers marine geol. N. Y., 1964, p. 241-256.
23. *McCulloch D.S.* Quaternary geology of the Alaskan shore of Chukchi Sea. The Bering Land Bridge. Stanford, 1967, p. 78.

Статья поступила в редакцию 18 ноября 1975 г.

Ссылка на статью:



Белов Н.А., Огородников В.И. Особенности современного осадкообразования и некоторые вопросы геохимии донных осадков шельфа Чукотского моря // Вестник Ленинградского ун-та. Серия геология, география. 1976. Т. 24, Вып. 4. С. 52-61.