

УДК 551.462

ИОНИН А. С., МЕДВЕДЕВ В. С., ПАВЛИДИС Ю. А.

## ФАКТОРЫ И ПРОЦЕССЫ МОРФОЛИТОГЕНЕЗА НА ШЕЛЬФАХ МОРЕЙ И ОКЕАНОВ И ОПЫТ ИХ СИСТЕМАТИЗАЦИИ

В статье и приведенных в ней таблицах предпринята попытка систематизировать характерные черты природных процессов рельефо- и осадкообразования на шельфах Мирового океана, зависящих от зональных климатических и азональных факторов. Выделение новейших активных и пассивных факторов морфолитогенеза и учет палеогеографических условий (четвертичного оледенения, гляциоэвстатических колебаний уровня океана, изостазии) позволили охарактеризовать рельеф и осадки основных морфолитогенетических типов континентальных и островных шельфов Мирового океана.

Особенностям и условиям формирования рельефа и осадков прибрежно-шельфовых зон морей и океанов в настоящее время уделяется все большее внимание со стороны геологов и геоморфологов как с научной, так и с практической точки зрения. Процессы рельефо- и осадкообразования на шельфах в условиях относительного мелководья, где на первый план выступают процессы динамического характера, находятся в неразрывной связи друг с другом. Поэтому для шельфа, как и для поверхностей континентов, вполне правомочно применение понятия **морфолито-генез**.

Под морфолитогенезом прибрежно-шельфовых зон следует понимать совокупность взаимодействующих и взаимообусловленных природных процессов формирования рельефа и донных осадков в условиях динамичной среды и высокой энергии процессов, изменяющихся во времени и пространстве под влиянием различных факторов [1, 2]. Авторами выделено семь основных типов морфолитогенеза (полярный, гумидный умеренных широт, гумидный тропической зоны, аридный, вулканогенно-тектонический, авандельтовый и приливных морей) и приведены их краткие характеристики. В пределах этих типов намечены и некоторые подтипы.

В основу выделения названных типов морфолитогенеза положен климатический фактор, однако влияние этого фактора хотя и огромно, но не универсально. Дальнейшие исследования в этом направлении позволят разработать более детальную классификацию таксонов и дать им соответствующие характеристики, но прежде целесообразно выяснить, какие же факторы определяют процессы морфолитогенеза, приводящие к формированию их разных типов.

Нами предпринята попытка систематизировать рельефо- и осадкообразующие факторы по типам морфолитогенеза и представить результаты в виде таблиц 1 и 2. В них, естественно, не могли быть включены все элементы природной среды, влияющие на детали процесса морфолито-генеза, а выбраны лишь главные, принципиальные, определяющие основные типы планетарного морфолитогенеза. Эти таблицы являются результатом дальнейшей разработки вопроса о существовании природной зональности в процессе формирования литолого-геоморфологического облика современных шельфов [2].

Понятие «морфолитогенез» является категорией исторической, поэтому прежде всего следует различать факторы, которые влияют на процессы формирования рельефа и осадков шельфа в настоящее время (современные), и факторы, влияние которых проявлялось в прошлом, но

## Зональные типы морфолитогенеза и определяющие их факторы на шельфах морей и океанов

| Основные факторы, определяющие формирование различных типов морфолитогенеза |                   |                                                                                                                                                                                                      |                                      |                                                                                                           |                                                   |                                                     |                |                                                                                |                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Типы и подтипы морфолитогенеза                                              |                   | современные                                                                                                                                                                                          |                                      |                                                                                                           |                                                   |                                                     |                |                                                                                | палеогеографические (четвертичные оледенение, застатические колебания уровня океана) |
|                                                                             |                   | пассивные                                                                                                                                                                                            |                                      |                                                                                                           | активные                                          |                                                     |                |                                                                                |                                                                                      |
|                                                                             |                   | геодинамическая принадлежность                                                                                                                                                                       | подуроченность к климатическим зонам | гидрометеорологические                                                                                    | гидродинамические                                 | биогенные                                           | хемогенные     |                                                                                |                                                                                      |
| типы                                                                        | подтипы           |                                                                                                                                                                                                      |                                      |                                                                                                           |                                                   |                                                     |                |                                                                                |                                                                                      |
| Полярный I                                                                  | 1. Арктический    | Преимущественно затопленные окраины материковых платформ (включая шиты) с развитием дофанерозойской (ДФ) и фанерозойской (Ф) континентальных кор. Гляциостазия, разломная тектоника                  | Ледовая и тундровая                  | Отрицательные среднегодовые $t^{\circ}$ воздуха. Малое количество атм. осадков при высокой отн. влажности | Ограниченная роль волнения из-за ледового покрова | Выражены слабо                                      | Не выражены    | Экзарационно-аккумулятивная деятельность плейстоценовых ледников. Гляциостазия |                                                                                      |
|                                                                             | 2. Антарктический |                                                                                                                                                                                                      |                                      | Современное оледенение материка и шельфа. Отсутствие безморозного периода                                 | Экзарационная деятельность льдов                  | Не выражены                                         |                | Экзарационная деятельность плейстоценового оледенения                          |                                                                                      |
| Гумидный умеренных широт II                                                 | 3. Океанский      | Затопленные окраины материковых платформ и области мезозой-кайнозойского орогенеза с преимущественным развитием Ф континентальной коры и дифференцированными вертикальными тектоническими движениями | Умеренная                            | Избыточное увлажнение. Циклоническая деятельность                                                         | Преимущественно длиннопериодные волны             | Слабое накопление биогенного карбонатного материала | Выражены слабо | Гляциоэвстатические колебания уровня океана                                    |                                                                                      |

|                                        |                                                           |                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                           |                                                          |                                                                              |                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Гумидный экваториально-тропический III | 4. Окраинных и внутренних (средиземных морей)             | Области подводного продолжения платформенных структур и переходной зоны с развитием Ф континентальной и океанской кор. Дифференцированные вертикальные движения |                                                                                                                                                           | Штормовые короткопериодные волны, вдольбереговые течения | Умеренное накопление ракушечного материала                                   | Относительные колебания уровня моря                                                                                                                                                 |
|                                        | 5. Окраинно-материковый                                   | Затопленные окраины материковых платформ с развитием ДФ и Ф континентальных кор. Относительная тектоническая стабильность                                       | Избыточное увлажнение, высокая атм. влажность, среднегодовая температура $> 18^{\circ}\text{C}$ . Муссонная и пассатная циркуляция. ПерIODические ураганы | Преобладание умеренных волнений; штормы ураганной силы   | Мангры, угнетенное рифообразование                                           | Выражены слабо                                                                                                                                                                      |
|                                        | 6. Океанских и при-материковых (континентальных островов) | Области мезозойско-кайнозойского орогенеза с преобладающим развитием Ф океанской коры и тенденцией к тектоническому потонению                                   | Океаническая экваториально-тропическая                                                                                                                    |                                                          | Формирование рифогенных структур и накопление карбонатных скелетных остатков | Литификация карбонатного материала, оолитообразование, хищничество, выщелачивание известняков                                                                                       |
|                                        |                                                           |                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                           |                                                          |                                                                              | Массовая гибель коралловых рифов с образованием большого количества карбонатов - обломочного материала во время позднеледникового регрессивной регрессии Мирового океана до —120 м. |
|                                        |                                                           |                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                           |                                                          |                                                                              | Эрозийное и карстовое расчленение поверхности карбонатных пород на шельфах в условиях регрессии                                                                                     |

Таблица 1 (окончание)

| Типы и подтипы морфолитогенеза |                                                                                | Основные факторы, определяющие формирование различных типов морфолитогенеза                                         |                                      |                                                                 |                                                           |                                                                |                                        | палеогеографические (четвертичное оледенение, эвстатические колебания уровня океана) |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|                                |                                                                                | современные                                                                                                         |                                      |                                                                 |                                                           |                                                                |                                        |                                                                                      |
|                                |                                                                                | пассивные                                                                                                           |                                      | активные                                                        |                                                           |                                                                |                                        |                                                                                      |
| типы                           | подтипы                                                                        | геодинамическая принадлежность                                                                                      | приуроченность к климатическим зонам | гидрометеорологические                                          | гидродинамические                                         | биогенные                                                      | хемогенные                             |                                                                                      |
| Аридный IV                     | 7. Океанский                                                                   | Затопленные окраины материковых платформ с ДФ и Ф континентальными корами, области рифтовых долин с океанской корой | Аридная и семиаридная                | Сухость климата. Большие суточные колебания температуры воздуха | Преимущественно длиннопериодные волны. Явление апвеллинга | Высокая биологическая продуктивность вод (первичная продукция) | Фосфоро-олитоглауконитовое образование |                                                                                      |
|                                | 8. Внутренних (средиземных) и окраинных морей. Приводится общая характеристика |                                                                                                                     |                                      |                                                                 |                                                           |                                                                |                                        | Реликтовое дюнообразование на поверхности шельфа в период регрессии                  |

четко зафиксировано в современном рельефе и осадках шельфа (палеогеографические). В свою очередь среди современных факторов и процессов выделяются активные (действующие) и те, которые как бы предопределяют проявление активных факторов, направляя их развитие (пассивные). К последнему относится приуроченность того или иного региона, в котором развиваются процессы морфолитогенеза, к определенным структурно-тектоническим и климатическим зонам.

Положение шельфов, характеризующихся определенным типом морфолитогенеза, в различных структурно-тектонических областях можно называть геодинамической принадлежностью. Под этим определением следует понимать не только приуроченность отдельных участков шельфа Мирового океана к уже сложившимся в фанерозое структурам, но и их глобальные — как горизонтальные, так и вертикальные — движения. Последние находят свое отражение и в рельефе, и в особенностях накопления донных осадков, их характерных чертах и мощности в пределах шельфа.

Структурно-тектоническая приуроченность различных областей шельфа влияет на проявления морфолитогенеза через посредство геологического строения (пассивный фактор) и обуславливает характер и интенсивность проявления активных факторов: новейших тектонических движений, вулканизма и пр.

В табл. I и II приведена краткая характеристика геодинамической принадлежности шельфов, с которыми связан тот или иной тип (или подтип) морфолитогенеза. Особенно заметные различия морфолитогенеза, связанные со структурно-тектоническим положением шельфа в пределах Мирового океана, существуют между переходными (от океана к континенту) зонами, включающими островные дуги (а также глубоководные желоба и котловины окраинных морей, представляющие вместе геосинклинальные зоны), и собственно шельфами, расположенными в пределах окраин континентов и являющимися обычно продолжением материковых платформ и наиболее крупных их положительных элементов — древних щитов [3]. Если в



Азональные типы морфолитогенеза и определяющие их факторы на шельфах морей и океанов

Основные факторы, определяющие формирование различных типов морфолитогенеза

| Типы и подтипы морфолитоге-неза |                                                         | современные                                                                                                                                                                                                  |                                                                                     |                                                                                     |                | Выражены сравнительно слабо                                                                                  |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                 |                                                         | активные                                                                                                                                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     | Не выражены    |                                                                                                              |
|                                 |                                                         | пассивные                                                                                                                                                                                                    | гидрометеорологические                                                              | гидродинамические                                                                   |                |                                                                                                              |
| типы                            | подтипы                                                 | геодинамическая принадлежность                                                                                                                                                                               | Самые различные                                                                     | В основном штормовые длиннопериодные волны; цунами                                  | Выражены слабо | Относительные колебания уровня океана в данном районе вследствие прогибания земной коры под тяжестью осадков |
| Вулканогенно-тектонический V    | 9. Материковый                                          | Области мезозой-кайнозойского орогенеза с развитием фанерозойской (Ф) континентальной коры и распространением офиолитовых зон. Рифтогенез, вулканизм                                                         | Самые различные                                                                     | В основном штормовые длиннопериодные волны; цунами                                  | Выражены слабо | Относительные колебания уровня океана в данном районе вследствие прогибания земной коры под тяжестью осадков |
|                                 | 10. Островных дуг, рифтовых зон и трансформных разломов | Переходные зоны геосинклинального типа с поглощением океанской коры или, возможно, длительным осадконакоплением). Сейсмичность, яркое проявление вулканизма, мозаичное сочетание различных типов земной коры |                                                                                     |                                                                                     |                |                                                                                                              |
| Авандельтов VI                  |                                                         | Области погружающихся окраин материковых платформ с развитием Ф континентальной коры                                                                                                                         | Большое количество атмосферных осадков в водосборных бассейнах и их большие площади | Интенсивная аккумуляция под воздействием речного твердого стока, волнений и течений | Выражены слабо | Относительные колебания уровня океана в данном районе вследствие прогибания земной коры под тяжестью осадков |
| Приливный VII                   |                                                         | Области затопленных окраин материковых платформ с преимущественно ДФ, реже Ф континентальной корой                                                                                                           | Различные                                                                           | Волнения, периодические приливные колебания уровня, приливо-отливные течения        | Не выражены    | Унаследованное ледниково-тектоническое и эрозионное расчленение поверхности прибрежной суши и шельфа         |

первых, находящихся в зоне переработки океанской коры в континентальную, особенно большое влияние оказывает активное проявление дифференцированных неотектонических движений, высокая сейсмичность в зоне Заварицкого — Беньофа и новейший вулканизм, то во вторых характерный отпечаток на весь ход морфолитодинамических процессов накладывают разломно-глыбовая тектоника и гляциостатические вертикальные движения земной коры, осложненные глобальными изменениями рельефа геоида вне вызвавших их причин [4]. Гляциостазия обычно свойственна шитам (Балтийскому, Канадскому), служившим центрами оледенений в четвертичное время. Менее четко выраженные различия морфолитогенеза, связанные со структурно-тектоническим положением шельфов, отмечаются для континентальных и островных орогенных областей, шельф или прибрежные отмели которых имеют обычно абразионно-денудационное или абразионно-аккумулятивное происхождение [3].

В табл. I и II не выделено в особую графу геологическое строение шельфов, хотя петрография слагающих пород, характер их залегания, механическая прочность, особенности дизъюнктивной и пликтивной тектоники и др. весьма существенно влияют как на рельеф, так и на вещественный состав покрывающих шельф отложений. В дальнейшем, при разработке более детальной классификации процессов морфолитогенеза, его типов и более мелких таксономических подразделений в ней найдут место и элементы геологического строения, и ряд других факторов, влияние которых в предлагаемой схеме учитывается в совокупности с другими ведущими факторами и процессами.

По сравнению со структурно-тектонической приуроченностью шельфов в формировании различных типов морфолитогенеза гораздо большую роль играет положение шельфов в той или иной климатической зоне. От этого зависят степень проявления, направленность и энергетическая выраженность почти всех современных активных факторов рельефо- и осадкообразования на шельфах. Рассматривая морфолитогенез как единый природный процесс формирования различных участков поверхности литосферы, нельзя не отметить, что его климатическая обусловленность на шельфе не столь очевидна, как в пределах суши. Шельф, занимающий промежуточное положение между материками и океанами, подвержен воздействию процессов, происходящих как на суше, так и в водной среде. Однако учитывая, что он является частью дна Мирового океана, все современные экзогенные процессы формирования рельефа и осадков в его пределах следует рассматривать как преимущественно гидрогенные, хотя нельзя отрицать во многих случаях роли гравитационных процессов и биогенных факторов.

Такие типы морфолитогенеза, как полярный, гумидный умеренных широт, гумидный тропической зоны, аридный, полностью определяются их положением в разных климатических зонах. Роль климата сказывается не только в деятельности современных активных факторов, но через их посредство влияет на характер, способ и интенсивность поступления седиментационного материала, что является одним из важных признаков, характеризующих тип морфолитогенеза. В первую очередь это относится к твердому стоку рек, который в общем выносе терригенного материала с суши имеет первостепенное значение для областей Земли с гумидным климатом. Так, по данным А. П. Лисицина [5], твердый сток рек здесь составляет 18,53 млрд. т в год из общей суммы 22,6 млрд. т в год сносимого в океан материала, т. е. около 80%. Отметим также, что 7,7% терригенного материала достигает пелагических областей океана, а остальные 92,3% осаждаются на шельфе и в краевых морях.

Массовые поступления карбонатно-органогенного материала на островные и материковые шельфы центральной, западной и юго-западной частей Тихого океана, Карибского региона Атлантического океана, Индийского океана, создающие на шельфах типичные рифовые комплексы рельефа и осадков, также возможны только в условиях тропического климата.

Среди выделенных нами активных факторов наиболее мощным и, пожалуй, главным для прибрежно-шельфовых зон является фактор гидродинамический, что служит одним из отличительных признаков при сравнении процессов морфолитогенеза на шельфах и дне океанов и морей. Именно деятельностью волнения, течений, приливов, а в полярных районах и современных льдов на поверхности шельфа создаются абразионно-аккумулятивные формы рельефа, перемещаются донные и взвешенные наносы, которые испытывают в процессе перемещения различные преобразования (дробление, сепарацию по гранулометрическому и вещественному составу и др.). В зависимости от местных условий каждый гидродинамический фактор проявляется по-разному. У открытых океанических берегов велика роль длиннопериодных волн зыби, испытывающих рефракцию на краю шельфа. У изрезанных, глубоко расчлененных берегов возрастает роль приливно-отливных явлений. Во внутренних морях доминируют короткопериодные штормовые волны и т. д. Все эти морфо- и литодинамические процессы достаточно исследованы для береговой зоны, в частности для подводного берегового склона, составляющего верхнюю часть шельфа [6—8]. Менее изучены аналогичные процессы на самом шельфе. Можно лишь утверждать, что морфолитогенез на шельфе не только имеет прямую связь с процессами, протекающими на суше и в береговой зоне, но и является их прямым следствием, логическим развитием единого процесса перемещения вещества литосферы с материков в океаны.

Энергия гидродинамических факторов определяется во многом гидрометеорологическими условиями — температурой, давлением, скоростью и направлением ветра, влажностью, количеством осадков и др., т. е. теми элементами, которые характеризуют ту или иную климатическую зону. В полярных областях, где господствуют отрицательные среднегодовые температуры воздуха и где моря большую часть года покрыты льдами, огромную роль в подготовке и доставке обломочного материала в береговую зону моря приобретают процессы морозного выветривания горных пород и солифлюкции. Более того, в процессе морозного выветривания вблизи уреза моря могут создаваться в коренных породах характерные формы рельефа собственно береговой зоны шельфа, так называемые морозобойные ниши. Таким образом, в данном случае температура выступает ведущим фактором, активно воздействующим на ход процессов морфолитогенеза.

Температурный фактор остается главным и в других климатических зонах, однако его влияние проявляется косвенно через активную деятельность других факторов. Так, в тропической зоне влияние высокой температуры находит свое отражение в биогенных и хемогенных процессах рельефо- и осадкообразования. Поэтому именно в тропической зоне исключительно велика роль рифообразующих морских организмов как в развитии скульптурных форм рельефа биогенного происхождения, так и в осадконакоплении в прибрежно-шельфовой зоне (особенно островных структур). Таким образом, морфолитогенетический цикл, который проходит карбонатно-органогенный обломочный материал (включая коралловый), начиная от момента его продуцирования бентосными и планктонными организмами и кончая процессами раннего диагенеза в береговой зоне и на шельфе с образованием специфических форм рельефа, следует рассматривать как ведущий в жизни тропических шельфов. Хемогенные процессы, связанные с цементацией, выщелачиванием, растворением известняков, оолитообразованием, химическим разложением пород и т. д. в значительной мере дополняют схему морфолитогенетических процессов, характерных для тропической зоны [9]. Влияние влажности климата по своей значимости соизмеримо с температурным фактором, поскольку именно с влажностью связан характер мобилизации осадочного материала на суше.

Гумидный климат умеренных широт с его равномерным избыточным увлажнением обеспечивает широкое развитие эрозионной сети на суше, а частая циклоническая обстановка — интенсивность проявления волно-

вых процессов в прибрежно-шельфовой зоне. Здесь создаются благоприятные условия для обильного поступления аллювиального и абразионного терригенного материала с суши и активного развития морфолито-генетических процессов в береговой зоне и на шельфе.

Повышенная влажность в сочетании с высокой температурой в тропиках приводят к глубокому химическому разложению пород, образованию мощных кор выветривания и сносу с суши на шельф огромных масс глинистого материала. Наоборот, в аридных зонах при резко недостаточном увлажнении на суше развиваются процессы физического выветривания, золотые процессы, а на шельф поступает терригенный, преимущественно песчано-алевритовый золотой материал.

Из современных факторов, действие которых не имеет связи с положением в данной климатической зоне, а определяется приуроченностью к структурно-тектоническим зонам Земли, важную роль в морфолито-генезе на шельфах (особенно островных) играет современный вулканизм. Как правило, это окраинные области океанов, характеризующиеся переходом от океанов к континентам типом земной коры, что особенно характерно для периферии Тихого океана. Островные вулканические шельфы (прибрежные отмели) молоды, сложены преимущественно эффузивными породами, осадки — грубозернистые кластогенные. Обычно рельеф шельфа и накопление осадков в вулканических районах находятся в самой начальной стадии развития. Вулканические процессы оказывают влияние и на рудообразование в пределах прибрежно-шельфовых зон, обогащая отложения ценными минералами.

Особый отпечаток на развитие берегов и шельфа накладывают современные вертикальные движения земной коры. Они влияют на направленность литодинамических процессов, распределение осадков в береговой зоне и на шельфе, характер абразии, сохранность аккумулятивных форм рельефа на шельфе и т. д.

Среди факторов морфолито-генеза, не учтенных в таблицах, необходимо отметить и такие, как биотурбация и антропогенное воздействие. Известна, например, деятельность ракообразных, пескожилов, илоедов, в том числе моллюсков, которые нарушают нормальную стратификацию и структуру осадков. В полярных странах в результате деятельности моржей, перекапывающих бивнями в поисках моллюсков донные осадки, оказывается нарушенным верхний слой отложений до глубины 1 м.

Влияние антропогенного фактора выражается в загрязнении среды, в частности прибрежных вод, что наиболее сильно сказывается на продуктивности бентосных и планктонных организмов в тропических районах, и в нарушении баланса карбонатно-органогенного материала. Существенные изменения в характер донных осадков и рельеф шельфа вносят расчистки и свалки грунта, его изъятия для строительных целей, возведение различных гидротехнических сооружений на шельфе и др. [10].

Неизгладимый след в рельефе и осадках шельфа оставили геологические события четвертичного времени, связанные с климатическими изменениями. Среди них основная роль принадлежит материковым оледенениям и гляциоэвстатическим колебаниям уровня океана, которые можно рассматривать как палеогеографические факторы морфолито-генеза. Особенно большое воздействие на морфолито-генез шельфов полярных областей материков оказало позднечетвертичное оледенение, с которым связана регрессия океана 18—17 тыс. лет назад до отметок минус 110—130 м.

В областях современного развития полярного типа морфолито-генеза экзарационная деятельность ледников привела к моделированию тектонических и эрозионно-тектонических депрессий и к формированию фьордовых и шхерных побережий. На самих шельфах был образован конечно-моренный грядовый рельеф. Давление ледникового панциря на морские осадки шельфа вызвало сильное их уплотнение. Широкое распространение получили грубозернистые несортированные полимиктовые осадки, валуны и галечники, немые алевритово-глинистые осадки, аналоги лёссовых отложений и др. [11].

Гляциоэвстатические колебания уровня Мирового океана имели планетарный характер. Наиболее существенные преобразования рельефа и осадочной толщи на шельфах произошли в максимальную стадию поздневисконсинского (вюрмского) оледенения, когда в результате понижения уровня океана осушились обширные площади шельфов. Они подверглись переработке субаквальными гидрогенными и субаэральными эрозионно-денудационными процессами, характер и интенсивность которых зависели от широтного положения шельфов.

В гумидных областях средних широт и тропиков понижение базиса эрозии рек вследствие регрессии привело к глубокому эрозионному расчленению прибрежной суши и поверхности шельфов, к выносу огромных масс грубообломочного материала в береговую зону и на шельф. На широких шельфах была переработана верхняя толща донных осадков с селекцией материала по крупности. Был сформирован разнообразный комплекс волновых аккумулятивных форм. На узких шельфах волновыми процессами были созданы абразионные террасы, останцы-кекуры, обнажились структурные элементы рельефа.

На шельфах тропической зоны регрессии привела к деструкции комплекса рифогенных сооружений, массовому отмиранию кораллов и образованию большого количества карбонатно-органогенного обломочного материала, подвергавшегося впоследствии частичной цементации в субаэральных условиях. Широкое развитие на шельфах получили также процессы карстообразования.

Позднечетвертичная трансгрессия внесла коррективы в развитие рельефа и условия накопления донных осадков шельфов. При воздействии на шельф энергетически мощных длиннопериодных волн нередко перерабатывалась вся толща четвертичных доголоценовых осадков. В процессе трансгрессии и возможной осцилляции уровня вновь происходили волновая селекция материала и образование мощных аккумулятивных форм типа баров.

Сравнительно небольшая энергия короткопериодных волн, сокращение в связи с повышением уровня твердого стока рек и другие причины часто способствовали сохранности реликтовых форм субаэрального рельефа шельфа (эрозионных долин, карстовых воронок, литифицированных дюн, пересыпей, баров и др.).

В целом оледенения и гляциоэвстатические колебания уровня океана внесли аномальные современным гидродинамическим условиям черты в рельеф и распределение осадков на поверхности шельфов. Поэтому роль палеогеографических факторов в морфолитогенезе шельфов рассматривается нами наравне с действующими в настоящее время факторами и процессами.

Азональные факторы, как современные, так и палеогеографические (тектонические движения земной коры, вулканизм, гляциоэвстатические колебания уровня океана, приливы и др.), могут проявляться в одинаковой степени в разных климатических зонах. Однако эффект их воздействия совместно с зональными факторами на процессы рельефо- и осадкообразования может быть различным, определяя характерные черты и признаки типов морфолитогенеза.

Таковыми главными признаками следует считать: а) характерные формы рельефа шельфа и типы берегов; б) характер мобилизации и способ поступления седиментационного материала на шельф; в) типичные осадки шельфа (табл. 3).

Таким образом, существующая в природе тесная взаимосвязь факторов и протекающих на суше и на самом шельфе процессов отражена в особенностях строения рельефа и осадочных толщ прибрежно-шельфовой зоны и позволяет дать общую характеристику выделенных нами типов и подтипов морфолитогенеза на шельфах морей и океанов на основе названных выше признаков.

Наиболее важный признак типа морфолитогенеза — характер мобилизации и способ поступления седиментационного материала на шельф. Выше отмечалось, что основным современным источником терригенного

Характерные признаки выделенных типов и подтипов морфолитогенеза

Таблица 3

| Группы типов                 | Подтипы (см. табл. I и II) | Типы берегов и наиболее характерные формы рельефа шельфа                                                                                                                             | Характер мобилизации и способ поступления седиментационного материала                                       | Типичные осадки шельфа                                                                                                                                                    | Типичные природные шельфы (примеры)                                   |
|------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| I. Полярный                  | 1                          | Фиордовые, шхерные, термоабразионные, обвално-осыпные, абразионно-аккумулятивные берега. Экзарационные и ледниково-аккумулятивные формы                                              | Преимущественно терригенный. Морозное выветривание, глееобразования, термоабразия, ледовый разнос           | Полимиктовые плохо сортированные с преобладанием глинистых илов с включением грубых обломков. Реликтовые и современные отложения                                          | Шельфы морей Северного Ледовитого океана                              |
|                              | 2                          | Ледяные берега. Моренные гряды, структурные формы на шельфе                                                                                                                          | Терригенный. Ледниковая экзарация, ледниковый и айсберговый разнос                                          | Грубообломочные несортированные ледниково-морские отложения                                                                                                               | Шельфы Антарктиды                                                     |
|                              | 3                          | Абразионные и абразионно-аккумулятивные бухтовые. Преимущественно аккумулятивные формы: современные в верхней части шельфа, реликтовые — в нижней. Каньоны                           | Терригенный. Эрозия, абразия, аллювиальный вынос                                                            | Отсортированные преимущественно кварцево-полевошпатовые песчаноглинистые отложения. Грубозернистые реликтовые — в нижней части шельфа. Пляжевые россыпи тяжелых минералов | Шельфы Атлантического побережья США и Тихоокеанского побережья Канады |
|                              | 4                          | Выравнивающиеся абразионно-аккумулятивные, аккумулятивные аллювиально-морские берега. Поверхности аккумулятивного выравнивания. Волновые аккумулятивные формы в верхней части шельфа | Преимущественно терригенный. Эрозия, аллювиальный вынос, абразия                                            | Закономерная смена осадков от песчано-галечных у берега к глинистым на окраине шельфа. Повышенные мощности голоценовых отложений                                          | Шельфы северо-западной части Черного, Северного и Охотского морей     |
| II. Гумидный умеренных широт | 5                          | Выровненные аккумулятивные и мангровые берега. Поверхности аккумулятивного выравнивания                                                                                              | Преимущественно терригенный. Глубокое химическое выветривание, эрозия, аллювиальный вынос, плоскостной смыл | Преимущественно глинистые илы, обогащенные органикой. В прибрежной зоне — россыпи наиболее устойчивых тяжелых минералов                                                   | Шельфы восточного побережья Африки, полуостровов Индостан и Индокитай |
|                              | 6                          | Рифогенные абразионно-аккумулятивные берега с формами современной абразии                                                                                                            | Преимущественно талассогенный. Скелетные остатки бентосных и                                                | Карбонатно-органогенный преимущественно грубообломочный материал                                                                                                          | Шельфы архипелагов Индонезии, Полинезии и др.                         |
| Экваториально-тропический    |                            |                                                                                                                                                                                      |                                                                                                             |                                                                                                                                                                           |                                                                       |

|                               |                                                                                                                                                               |                                                                                                                 |                                                                                                                                                                 |                                                                                 |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| III. Гумидный                 | менного выщелачивания и цементации, мангры. Различные типы коралловых построек на шельфе. Рельефные поверхности с карстовыми формами                          | планктонных организмов. Терригенно-вулканогенный                                                                | ал. В лагунах пелитоморфные илы                                                                                                                                 | Шельфы Зап. Африки, Зап. Австралий, Перу, Персидского залива, Восточного Каспия |
| IV. Аридный                   | 7, 8 Преимущественно аккумулятивные берега с эоловыми формами рельефа. Литифицированные дюны и гряды на шельфе. Крупные волновые аккумулятивные формы         | Преимущественно терригенный. Физическое выветривание, золотой пеленос, абразия. Частично талассогенный материал | Кварцевые и оолитовые пески. На окраине шельфа — глауконитовые пески и фосфориты. Калькарениты, золинаниты                                                      |                                                                                 |
| V. Вулканогенно-тектонический | 9 Складчатого-сбросовые ровные и тектонически расчлененные бухтовые преимущественно абразионные берега. Блоковые структуры, каньоны                           | Терригенный. Эрозия, абразия, аллювиальный вынос                                                                | Разнозернистый полимиктовый материал, преимущественно пески и галечники небольшой мощности, бескарбонатный                                                      | Шельфы тихоокеанского побережья США и Мексики                                   |
|                               | 10 Абразионно-бухтовые малозмененные морем вулканические берега. Узкие террасированные поверхности самого шельфа, структурные формы рельефа                   | Терригенно-вулканогенный, пирокластический. Абразия, денудация, современный вулканизм                           | Преимущественно крупнообломочный материал, небольшая мощность осадков. Преобладающие минералы в песках — пироксены и полевые шпаты. Титано-магнетитовые россыпи | Шельфы Курильских, Алеутских островов, архипелага Меланезии                     |
| V. Аван-Дельтовый             | Берега дельт и аллювиально-морских равнин. Аккумулятивные поверхности аллювиально-морского выправления. Эрозийные ложбины (современные и реликтовые), каньоны | Терригенный. Аллювиальный вынос                                                                                 | Песчано-алевритовые, алевритовые и алеврито-глинистые осадки большой мощности, обычно с высоким содержанием органики                                            | Авандельты рек Амазонки, Ганга и др.                                            |
| VI. Приливные                 | Приливные берега (маршевые, лагунные). Ступенчатые бенчи, крупномасштабные песчаные гряды                                                                     | Терригенный. Аллювиальный вынос, абразия. Интенсивный вынос материала на шельф в волноприливном поле            | Алевритовые илы, пески и алевриты. Резкая смена гранулометрических фаций. Высокая подвижность осадочного материала                                              | Шельфы Мезенского залива, Пенжинской губы, Северного и Желтого морей            |

Азональные



материала на шельфе являются выносы рек. Более универсальным, но менее продуктивным источником наносов, по-видимому, служит волновая абразия. Однако в некоторых районах, в особенности сложенных рыхлыми четвертичными толщами, поступающий в результате абразии обломочный материал по количеству может значительно превышать аллювиальный сток. Характер мобилизации материала (физическое и химическое выветривание пород, эрозия, абразия и др.) находит четкое отражение в седиментогенезе на шельфах, так как определяет не только количество поступающего на шельф терригенного материала, но и его вещественный состав.

При оценке степени важности морфологических и седиментационных признаков для выделения и характеристики типов морфолитогенеза часто выявляется особо важная роль признаков, связанных с действием палеогеографических факторов. Так, например, характерными реликтовыми формами рельефа, которые в значительной степени определяют полярный тип морфолитогенеза, являются напорные моренные гряды. Еще большее распространение, чем реликтовые формы рельефа, имеют реликтовые осадки, которые практически присутствуют на всех шельфах [5], хотя и не всегда обнажаются на их поверхности.

Широкое распространение реликтовых форм рельефа и донных осадков свидетельствует о молодости процессов морфолитогенеза на шельфах морей и океанов. В этом отношении систематизация процессов и факторов, типов и признаков морфолитогенеза, а также их анализ раскрывают перспективы палеогеографических реконструкций шельфов отдельных регионов и палеоокеанологии вообще.

В последней графе табл. III приведены некоторые примеры шельфов, которым соответствует тот или иной тип рассматриваемого морфолитогенеза.

В заключение необходимо еще раз подчеркнуть, что в данной работе авторы не стремились дать исчерпывающий анализ влияния всех факторов и процессов, формирующих типы морфолитогенеза на шельфах. Перечисленные в таблицах семь типов и восемь подтипов не исчерпывают разнообразие характерных природных сочетаний рельефо- и осадкообразующих факторов. Сделана лишь первая попытка на пути создания более детальной классификации типов и факторов морфолитогенеза на шельфах морей и океанов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ионин А. С., Медведев В. С., Павлидис Ю. А. Морфолитогенез и его типы на шельфах морей и океанов. — Океанология, 1980, т. XX, вып. 5, с. 887.
2. Ионин А. С., Медведев В. С., Павлидис Ю. А. Типы морфолитогенеза на шельфах Мирового океана. — В кн.: Континентальные и островные шельфы. Рельеф и осадки. М.: Наука, 1981, с. 5.
3. Леонтьев О. К., Лукьянова С. А., Соловьева Г. Д., Калинина Л. И. Объяснительная записка к структурно-геоморфологической карте дна Тихого океана масштаба 1 : 15 000 000. М.: ВНИИзарубежгеология, 1980. 22 с.
4. Каплин П. А., Бадюков Д. Д., Селиванов А. О. Изучение береговых линий последних 15 тысяч лет (обзор). — В кн.: Изменения уровня моря (Под ред. Каплина П. А., Клиге Р. К., Чепалыги А. Л.). М.: Изд-во МГУ, 1982, с. 5.
5. Лисицын А. П. Процессы океанской седиментации. М.: Наука, 1978. 391 с.
6. Зенкович В. П. Основы учения о развитии морских берегов. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 710 с.
7. Леонтьев О. К., Никифоров Л. Г., Сафьянов Г. А. Геоморфология морских берегов. М.: Изд-во МГУ, 1975. 336 с.
8. Лонгинов В. В. Очерки литодинамики океана. М.: Наука, 1973. 243 с.
9. Ионин А. С., Павлидис Ю. А., Авельо Суарес О. Геология шельфа Кубы. Морфолитогенез и позднечетвертичная история. М.: Наука, 1977, с. 215.
10. Сафьянов Г. А. Береговая зона океана в XX веке. М.: Мысль, 1978. 263 с.
11. Павлидис Ю. А., Бабаев Ю. М., Ионин А. С., Возовик Ю. И., Дунаев Н. Н. Особенности полярного морфолитогенеза на шельфе Северо-Востока СССР. — В кн.: Континентальные и островные шельфы. Рельеф и осадки. М.: Наука, 1981, с. 33.



**MORPHOLITHOGENESIS FACTORS AND PROCESSES  
AT SHELVES OF SEAS AND OCEANS:  
AN EXPERIENCE IN SYSTEMATIZATION**

**IONIN A. S., MEDVEDEV V. S., PAVLIDIS Yu. A.**

**Summary**

On the basis of long-term studies carried on both at the World Ocean and inner seas shelves the authors conclude that the term «morpholithogenesis» can be applied to shelves as well as to land areas; it reflects a natural intrinsic interaction and interrelation of geological, geomorphic and sedimentary processes of relief-formation and sedimentation.

The paper is aimed to systematize active and passive factors features depending on the climatic zonality, some azonal factors (volcanism, tides action, delta formation) being also taken into consideration. A special attention is directed to paleogeographic control of the shelves' morpholithogenesis. Some general characteristics are given of the topography and sea floor sediments with regard to various types of morpholithogenesis.