

Г. В. Выхованец,

доктор геогр. наук, профессор

кафедра физической географии и природопользования

Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова

ул. Дворянская, 2, Одесса-82, 65082, Украина

ОСНОВНЫЕ ПРИЗНАКИ ЗОНАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭОЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА МОРСКИХ БЕРЕГАХ

Широтная географическая зональность рассматривается как главнейшее свойство распределения по площади береговых эоловых форм рельефа в составе морских побережий. Эоловый рельеф на морских берегах возникает во всех широтах и на берегах всех морей, где песчаная поверхность подвергается беспрепятственному влиянию ветрового потока. Зональность эолового процесса обусловлена влиянием температуры воздуха, направления, скорости и продолжительности действия ветра, влажности воздуха и песка, крупности наносов, наличия растительности, размеров пляжей. Хозяйственное использование берегов с дюнами является активным. Такие берега требуют сохранения.

Ключевые слова: морской берег, наносы, ветер, дюны, динамика, географическая зональность, история изученности.

Введение

Природные условия возникновения и развития эоловых форм и процессов на морских берегах различно воздействуют на песчаные аккумулятивные формы береговой зоны. Такое влияние может отражать черты одного из фундаментальных законов географии — закона географической зональности. Он касается песчаных форм берегового рельефа, вместе с береговыми дюнами. Проявление этого закона в береговой зоне Мирового океана рассматривается рядом авторов, начиная от классиков географической науки и заканчивая современными разработками о зональности типов берегов. Особенно ярко и многогранно эта тема была отражена в обобщающих работах, как отечественных, так и зарубежных. Однако, в них речь идет почти исключительно об особенностях структурных элементов эоловых систем и очень мало места уделено эоловым процессам и развитию форм рельефа. Поэтому *целью* данной статьи является установление ряда закономерностей проявления общегеографического закона широтной зональности для сложного процесса эолового морфогенеза. Достижение сформулированной цели позволит усовершенствовать обоснование этого закона и установить наиболее общие закономерности географического распространения берегового эолового рельефа. В этой связи тема статьи является *актуальной*.

Чтобы достичь цели статьи, необходимо решить *ряд задач*. К ним относятся прежде всего: а) оценка истории исследования вопроса; б) формулировка закономерности зонального распределения эолового морфогенеза;

в) выявление основных черт и признаков широтной географической зональности эоловых процессов и форм рельефа на морских берегах. Все эти задачи имеют четко выраженные теоретические признаки, что придает статье *теоретическую значимость*. Основные теоретические закономерности широтного распространения и процесса формирования могут использоваться при планировании и организации береговой территории, а потому выводы статьи имеют *практическое значение*. В основу работы положены данные преимущественно натурных инструментальных и числовых исследований, что обуславливает высокую достоверность полученных результатов.

Материалы и методика исследований

Материалы исследований были собраны во время стационарных и маршрутных исследований автора на песчаных берегах ряда морей Европы и Азии, а также заимствованы из ряда литературных источников. Среди них особое внимание было уделено Атласам Мира и Атласам Океанов, данным Всемирной Метеорологической организации, а также Атласу берегов Мирового океана (США). Отбирались вполне надежные, репрезентативные и достоверные факты. Их научная интерпретация была построена на теории береговедения и теоретических основах экзогенной геоморфологии. Данная статья представляет собой своеобразный обзор, обобщение данных по широтной зональности эолового морфогенеза. В качестве полевых применялись маршрутно-географический и стационарно-береговой методы. Использовались теоретические методы систематизации, анализа, аналогий, сравнительно-географический, картографический.

Краткая история исследований

В недавних работах наиболее полно и детально история изученности эоловых процессов на морских берегах изложена в монографии [3]. Необходимость в знаниях о природе и распространении эолового рельефа на морских берегах появилась в XIV веке. Позже появляется первое обобщение эоловых исследований, сделанное Г. Берендтом. Книгу Н. А. Соколова, изданную в 1885 г., можно отнести к первой специальной монографии по эоловым исследованиям на морских берегах [5, 8], и в ней говорится о возможности влияния зональных черт на эоловый процесс. В книге Д. Джонсона указывается на распространение эоловых береговых форм на разных широтах и на берегах разных материков и островов. Позже эта закономерность была подтверждена В. П. Зенковичем и Ф. П. Шепардом [5, 13] на основании большого и разнообразного фактического материала. Значительная часть материалов исследователями берегов заимствуется из работ по исследованиям песчаных пустынь.

С середины XX столетия основное внимание уделяется двум главным вопросам: а) изучению эолового морфогенеза и литогенеза на морских берегах, с выделением соответствующих природных факторов; б) изучение географического распространения эоловых форм рельефа и процессов,

с выявлением широтной географической зональности. Это подтверждается анализом ряда исследовательских работ различного направления [7, 14, 15, 18]. Таким образом, с середины XX века вопрос о широтной географической зональности входит в основные программы общенаучных исследований морских берегов.

В работах О. К. Леонтьева [8, 9] географическая зональность анализируется с позиций проявления зональности ветрового и волнового режима, проявления процессов выветривания горных пород и влияния ряда неволновых факторов (особенно — термических, гидрохимических и фитогенных). Если источники питания обеспечивают распространения песчаных форм рельефа, то эоловые формы О. К. Леонтьевым учитываются. Прежде всего, как он подчеркивает, горные породы того или иного состава и возраста строго определенным образом реагируют на совокупность окружающих физических и химических условий в приземном слое атмосферы и на поверхности Земли. Значительно позже этих соображений О. К. Леонтьева данные специальных работ в различных климатических зонах позволили Ю. А. Павлидису [11] выявить детальные процессы влияния разных типов выветривания на породы разного строения и возраста в различных физико-географических условиях. Этот автор доказывает, что наиболее глубокое выветривание в береговой зоне характерно в общем для теплого пояса Земли, что способствует высвобождению из пород бóльшего количества песчаных фракций. Д. Келлетат [17] оценивает зональность по состоянию и значению растительности и животных, в т. ч. и на песчаных берегах с дюнами. Дж. Мак-Гилл [6] рассматривает зональность через распространение ракуши, кораллов, мангровой растительности, ледовых условий и соответствующих биосистем. Важно, что В. П. Зенкович [5] зональные черты географического распространения берегового эолового рельефа рассматривал в тесной связи с соответствующим распространением форм волновой природы и волновых процессов вообще.

Однако, здесь нами обращается внимание на два аспекта. Во-первых, указанные физические и химические условия в целом определяются климатическими параметрами и климатообразующими факторами вообще. С этой точки зрения формирование наносов может обладать чертами географической зональности, что и находит свое отражение в крупности и минералогическом составе наносов. Во-вторых, геологическое строение морских побережий не является зональным. Поэтому географическое распространение того состава наносов, который образовался под влиянием того или иного типа выветривания, следует за географическим распространением соответствующих горных пород [7]. В качестве примеров можно привести влияние выносов реками аллювия в течение голоцена в Чукотское море (полярная гумидная зона) и в Бенгальский залив (зона влажных тропиков). И там, и там широко распространены песчаные бары и косы, на поверхности которых располагаются береговые эоловые формы, испытывающие влияние отдельных подвижек и ветропесчаного потока.

В. П. Зенкович [5] посвятил вопросу широтной зональности морских берегов один из заключительных разделов своей монографии. Позже, в рабо-

те на примере берегов Тихого океана, распространенных от Арктических до Антарктических широт, В. П. Зенкович с соавторами [6] проанализировал различные стороны проявления широтной зональности в береговой зоне: климатические, литологические, биогенные, хемогенные, термические и др. При этом в обеих книгах подчеркивается, как и О. К. Леонтьевым и Дж. Мак-Гиллом, что максимальное распространение эоловые процессы могут иметь в умеренных широтах. В условиях жаркого аридного климата на берегах господствуют в общем грубозернистые наносы, которые неблагоприятны для эолодинамики. В условиях гумидного климата в жарком поясе быстрее всего образуются песчаные наносы. На берегах полярных морей эоловому процессу препятствует смерзание наносов и снежный покров на них, а в условиях жаркого гумидного пояса — повышенная влажность наносов. И во всех широтах эоловые процессы должны анализироваться синхронно с волновыми процессами. Данная работа [5] может считаться одной из наиболее совершенных по широтной зональности берегов Мирового океана.

Большой интерес вызвали исследования В. И. Лымарева [10] о характеристиках зональности береговых процессов и типов берегов и особенностях пустынных берегов с эоловыми формами рельефа [16]. В этих работах он предлагает объединить все берегоформирующие факторы и процессы в 3 группы соответствующих таксономических единиц: 1 — зональных; 2 — переходных; 3 — аazonальных. **В первую группу** включаются “климатогенные” и “органогенные” факторы и процессы. К ним отнесены выветривание, денудация, *эоловые процессы*, деятельность льда, термоабразия, накопление солей в приморских заливах и озерах, нивация, солифлюкция, зоогенные и фитогенные процессы. Они как раз и образуют основную группу “неволновых” факторов и процессов, от которых зависит развитие солифлюкционно-нивалых, денудационно-эрозионных, термоабразионных, мангровых и прочих берегов. **Ко второй группе** относятся волновые, эрозионные, суффозионные, карстовые процессы, колебания уровня водоема и др. В общем они могут быть распределены по закону географической зональности, но реакция на их действие может не отражать зональные черты. **В третью группу** объединяются геологическое строение суши, вертикальные и горизонтальные тектонические движения береговых блоков земной коры, эндогенное расчленение рельефа берегов и др. [12]. Поскольку все они вызываются неклиматическими незональными факторами, то их влияние на береговую зону Мирового океана характеризуется аazonальностью. В работах В. И. Лымарева эоловые процессы и образованные ими формы берегового рельефа относятся к зональным. Однако, на ход и последствия эолодинамики оказывают влияние волновые и другие факторы и процессы из переходной и аazonальной группы. Видимо, нужно как-то дифференцированно подойти к анализу широтной зональности эоловых факторов, процессов и форм рельефа в береговой зоне морей, с учетом геологической истории и строения не только берегов, но и подводного склона.

Несколько позже Дж. Л. Дэвис [16] подробно разбирает явление зональности ветрового и волнового режима, во многом основываясь на вы-

водах Р. А. Дэли, Дж. Т. Мак-Гилла, Г. Б. Бигеллоу и В. Т. Эдмондсона. Данная работа позволяет предполагать, что эоловый процесс может быть более интенсивным в зоне наибольших скоростей, повторяемости и продолжительности действия ветров. Д. Келлетат [17] подчеркивает зональность процессов тепло- и влагообмена Мирового океана с атмосферой, что ведет к зональному влиянию этих процессов на берега. В этой связи элементами зональности обладают биогенные, хемогенные, термические факторы формирования берегов, что позволило Д. Келлетату составить ряд карт географического распределения некоторых типичных зональных процессов, причем, не только глобальных, но и локальных (Атлантические и Тихоокеанские берега США, берега Северного и Балтийского морей и др.). Таким образом подтвердились выводы В. П. Зенковича [5] о том, что для эолового процесса зональными являются неволновые факторы, связанные в основном с характеристиками климата и его производными.

На примере берегов Дальнего Востока, от Берингова пролива до п-ова Корея, четко выделяются зональные черты [2]. Авторами анализируется широтное распределение типов выветривания, особенности донного осадкообразования на подводном склоне морей, специфичность проявления климатических процессов, сочетание видового состава растений и животных, распределение льдов, их типы и специфичность литодинамической функции, характер речного стока. По всем этим показателям широтная зональность прослеживается, в том числе и в структуре ландшафта на песчаных аккумулятивных формах. Однако, работа [2] не увязывает факт существования и размеры эолового берегового рельефа в зависимости от нахождения в той или иной климатической зоне.

Подробнее большинства других авторов, на вопросе широтной географической зональности береговых процессов и форм, в том числе и эоловых, останавливается В. А. Каплин [6, 7]. Он впервые обращает серьезное внимание на песчаные берега полярных морей и на наличие эолового рельефа. Анализируются данные о питании береговой зоны наносами в зависимости от климата разных широтных зон, особенности берегов различных зон, химическая абразия и карст береговой зоны как зональные процессы, роль коралловых образований и мангровой растительности в динамике береговой зоны, развитие ваттов и маршей в разных зонах. Ю. А. Павлидисом [11] показано, что на большинстве шельфов и в береговой зоне состав наносов контролируется типами выветривания материнских пород в различных частях Мирового океана.

Затрагивая черты строения берегов Чукотского моря, П. А. Каплин обращает внимание на эрозионное расчленение, на продолжение реликтов речных долин и толщ аллювиальных отложений на подводном склоне, т. е. на те факторы, которые В. И. Лымаевым [10] относятся к переходным и азональным. В процессе голоценовой трансгрессии аллювиальный осадочный материал был отсепарирован морским волнением (“переходный” фактор) и одновременно вовлеченным в движение с подводного склона к берегу. В итоге образовалось множество баров и кос, в том числе сложенных

песком. Их суммарная длина превышает 250 км, что на участке от м. Якан до Берингова пролива (Азиатский берег Чукотского моря) составляет 45% длины берега. Ширина песчаных аккумулятивных форм составила от 200 до 900 м, т. е. примерно столько же, сколько и на Черном море. Аналогичной оказалась и высота береговых дюн — до 3,5–4,0 м. В условиях полярной зоны пересыпи лагун и береговые дюны на них рассматриваются П. А. Каплиным и его соавторами [7] как типичные.

Ю. Д. Шуйский [14] проанализировал строение различных типов берегов в полярных, умеренных, тропических и экваториальной зонах. При этом он, как и его предшественники [2, 5, 8, 12], делает акцент на зональности неволновых (“климатогенных” и “органогенных” по В. И. Лымареву) факторов формирования разных типов берегов. Считает, что на данном этапе развития береговедения должна изучаться прежде всего зональность природных факторов и процессов, а не просто форм берегового рельефа. Вместе с тем, он привносит новый элемент берегоформирования — баланс наносов в береговой зоне. Такая характеристика позволяет подтвердить предположение О. К. Леонтьева, В. П. Зенковича, П. А. Каплина, Ю. А. Павлидиса и др., что важное значение для литодинамических процессов, в т. ч. и для эолодинамики, имеет формирование состава наносов, при прочих равных условиях. Однако, и этот автор, как и все остальные, специально не разрабатывал вопрос о географической зональности эоловых процессов и распространения эоловых форм берегового рельефа.

Закономерности зонального распределения эолового морфогенеза

Тем не менее, данный вопрос, как весьма важный географический, как составной в структуре береговедения, как могущий определенным образом усовершенствовать также и теорию широтной географической зональности, требует специальной разработки. Она нужна в связи с тем, что в данном разделе работы, на основании обширной, разнообразной и комплексной географической информации исследованы различные факторы и явления, определяющие эоловый процесс на берегах Мирового океана. Среди них в наиболее общем виде исследованы также и те, которые указывают на широтную зональность, в частности — параметры ветра, состав и запасы наносов, влажность атмосферы и наносов, характеристики растительного покрова и др.

На основании обширной информации по факторам и процессам зарождения и развития эолового рельефа на песчаных берегах Мирового океана, была предпринята попытка установить закономерности эолового морфогенеза с позиций теории береговедения [3]. Оказалось, что эоловый процесс является одним из составных частей прибрежно-морской природной системы, а эоловый рельеф — один из компонентов береговой зоны с доминированием песчаных наносов. Поэтому нельзя отрывать береговую эолодинамику от динамики других элементов береговой зоны, как это часто делается [13, 15, 18]. Согласно этому исходному методологическому принципу, было разработано 6 основных моделей эолового морфогенеза как

отражение основ теории [4]. Такой подход способствует достижению оптимального природопользования на песчаных берегах морей и океанов.

Одновременно исследовались факторы, определяющие широтную зональность, в частности — параметры ветрового режима, количество, состав и запасы наносов, термические параметры морской воды и приземного воздуха, влажность атмосферы и наносов, характеристики растительного покрова и др.

Для выявления закономерностей географической зональности распространения береговых форм эолового рельефа следует проанализировать прежде всего источники поступления наносов в береговую зону. Подавляющее большинство авторов делают вывод: эоловые формы рельефа могут возникать лишь в условиях, при которых с подводного склона или вдоль берега на пляж в достаточном количестве поступает песок, как это имеет место на берегах Чукотского, Охотского, Балтийского, Средиземного, Аравийского, Андаманского морей, Бискайского, Мексиканского, Бенгальского заливов. Есть песок — эоловые формы образуются, нет его — они отсутствуют. В качестве одного из примеров можно привести лагунное побережье Калифорнийского залива. Там наносы в большом количестве поступают с подводного склона под влиянием доминирующих нормальных ветров и волнений. В результате развивается активная аккумуляция на протяжении последних 9–10 тыс. лет. Это явление привело к формированию на пересыпях лагун валлообразных песчаных дюн, высотой более 25 м. Они постоянно подпитываются все новыми порциями песка, передвигаются со средней скоростью около 18 м/год, обеспечивают среднее смещение $23 \text{ м}^3/(\text{м} \cdot \text{год})$ песка на сушу. Только за последние 2000 лет величина аккумулятивного нарастания береговой линии составила почти 2000 м и привела к формированию аккумулятивной террасы.

Геологическое строение берегов и подводного склона, наличие в них песчаного материала, может служить ведущим источником пляжеобразующих фракций, как и сток речных наносов. Это подчеркивают практически все авторы, начиная с О. К. Леонтьева [8, 9]. Так, например, П. А. Каплин [7] подводит два основных итога, принимаемых нами в качестве основных выводов из анализа имеющейся литературы: 1 — наиболее существенно то, что влияние климата отражается на количестве и составе попадающих в море продуктов выветривания; 2 — климатическая зональность достаточно четко отражается и на поступлении аллювия в береговую зону. В общем виде характер речных наносов (в основном из малых рек) в разных широтных зонах различается так же, как обломочный материал, поступающий в береговую зону под влиянием абразии. Иллюстрацией этому могут стать ранее приведенные примеры берегов Калифорнийского и Бенгальского заливов, Чукотского моря. В наиболее общем случае в субполярных и умеренных зонах, с преобладанием скальных пород в аллювии доминирует более грубый материал, чем в экваториальной и субтропических зонах, где реки выносят большие массы илистого материала.

С учетом площади речного бассейна и его общей увлажненности, в береговой зоне грубые и илистые наносы испытывают дифференциацию на две

группы. Наносы грубые остаются в береговой зоне, а мелкие — удаляются в открытое море. Если принять во внимание такое зональное различие, то в субполярных и части умеренных зон процесс гидрогенной дифференциации ведет преимущественно к уменьшению крупности прибрежно-морских наносов, вплоть до песчаных фракций. В то же время в экваториальной и субтропических зонах под влиянием гидрогенной дифференциации илистого материала ведущее значение приобретает процесс роста крупности, вплоть до песчаных фракций. И этот показатель также позволяет убедиться в сложности зонального географического размещения эоловых процессов и форм рельефа на берегах морей.

Основные факторы развития эоловых форм на разных широтах

Изложенные выше наши результаты, фактический материал и выводы различных авторов заставляют нас утверждать о целесообразности двух основных аспектов широтной географической зональности существования, структуры и развития эоловых процессов и форм рельефа на морских берегах.

Первый аспект связан с физико-химическим преобразованием различных горных пород в разных климатических зонах и разными механизмами концентрации песчаных наносов на берегах. Такое преобразование определяет географическое распределение песчаных форм берегового рельефа, и оно является в той мере зональным, в какой неволновые факторы (“климатогенные” и “органогенные”, по В. П. Зенковичу и В. И. Лымареву) дробят, измельчают, отмучивают и сепарируют исходный обломочный материал от горных пород с разными физико-механическими свойствами. Здесь важно установить влияние процессов выветривания на мобилизацию песчаных наносов и ареалы их концентрации в береговой зоне морей и океанов в виде аккумулятивных форм различных классов и типов. Такое преобразование может осуществляться процессами химического и физического выветривания, волнового дробления и отмучивания, первичной дезинтеграции пород, гидрогенной дифференциации исходного осадочного материала и др., факторами зональными, переходными и аazonальными. В итоге мы видим, что эоловые формы на поверхности песчаных аккумулятивных форм берегового рельефа распространены во всех климатических зонах, в составе берегов всех типов, кроме, может быть, скальных и ледяных [1, 7, 14, 18, 19]. Казалось бы, речь идет об аazonальности распространения. Ведь на примере работы [19] можно видеть, что севернее 60° с. ш. площадь береговых дюн существенна, очаги берегового дюнообразования тяготеют преимущественно к древним и современным речным долинам, связаны с донным питанием, береговой и подводной абразией аллювиальных, озерных и ледниковых отложений. Но так же видно, что большая часть очагов, площади и размеров береговых дюн находится в умеренной зоне южнее 60° с. ш. Аналогичный характер географического распределения присущ также и берегам Северной Америки [6, 11]. Следовательно, географическое распределение определяется влиянием в ос-

новном азональных и переходных факторов, а вклад зональных является непрямым и минимальным.

Второй аспект отражает закономерности современного развития эолового процесса и им созданных береговых эоловых форм рельефа. Он подразумевает оценку и численные определения влияния “климатогенных” (режимных и ситуационных параметров ветра, температуры, влажности атмосферы и песчаной поверхности форм, испарения и др.) и “органогенных” (водной, субаквальной и субаэральной растительности, континентальных и водных животных, процессов миграции и накопления органического вещества и др.) факторов и процессов на отдельные подвижки, на ветропесчаный поток и на эолодинамику в целом на разных широтах и в разных регионах. Параметры и виды проявления их изложены в работах [1, 3, 4, 15]. Таким образом, можно утверждать, что в каждой ландшафтно-климатической зоне планеты на морских берегах эоловый процесс различается по интенсивности, направленности развития и по участию в нем различных элементов процесса и факторов развития.

Основные черты широтной зональности

В наиболее общем виде широтную зональность всех вместе береговых процессов целесообразно рассматривать в четырех главных блоках, основываясь на выше изложенной информации. Первый блок анализирует особенности и закономерности широтной зональности в полярной и субполярной зонах, второй — в умеренной зоне, третий — в субтропической, тропической и экваториальной, а четвертый — в условиях аридного и гумидного климата. Такая форма анализа оправдала себя в течение многих десятков лет. Поэтому мы тоже будем ее придерживаться в нашей пионерной попытке представить черты широтной зональности эоловых процессов на морских берегах.

В полярных и субполярных широтах природная система береговой зоны развивается в условиях господства низких (нередко — отрицательных) температур воздуха, замерзания прибрежных вод моря с образованием часто значительной мощности неподвижного и подвижного льда, распространения вечномерзлых пород на берегу и подводном склоне, незначительного вклада растительности и животного мира. Однако, на берегах Лабрадорского, Восточно-Сибирского, Чукотского, Бофорта, Баренцева, Белого и других морей довольно часто встречаются береговых эоловые формы, которые могут занимать значительные площади [1, 2, 5, 7, 14]. В отличие от физико-географических условий умеренной и других зон, практически все они развиваются в условиях низкой волновой энергии, дефицита наносов, в большинстве своем отличаются небольшой высотой, мозаичностью залегания на барах, косах и террасах, несущественным влиянием растительного покрова и грунтовых вод.

Типичным является ослабленное воздействие растительности на эоловый процесс. Как известно [3, 5], пионерная растительность дает начало эоловой форме после штормового или ледового выравнивания поперечного

профиля. Активное зарастание образовавшихся береговых дюн усиливает рост площади, занятой эоловым рельефом. Наличие льда на песчаных пляжах после влияния морских ветров блокирует питание ветропесчаного потока и отдельных эоловых подвижек. Все это в общем не позволяет столь же беспрепятственно, как в умеренных и субтропических областях, увеличивать размеры эолового рельефа и быстро восстанавливаться после штормовых размывов.

Замерзание влаги на поверхности и смерзание наносов многократно снижает интенсивность эолодинамики и часто не дает возможности увеличиться размерам эоловых форм. Этому может способствовать и волновой заплеск морской воды, вплоть до полного переплескивания на тыльную сторону пересыпей [3]. Нередко на поверхность припайного льда сдувается эоловый песок, а затем, после отрыва льдины и уноса ее в открытое море, этот песок безвозвратно теряется, что обостряет дефицит наносов и также не позволяет образоваться крупным эоловым формам. Особенно большое значение имеет попеременное замерзание и оттаивание песчаной поверхности на приливных осушках. Смачивание водой может не вызвать ветрового перемещения песка даже во время действия шторма. Наконец, во время сильных ветровых нагонов, характерных для ряда полярных морей, в течение холодной части года становится возможным механическое напользание льдин на песчаную поверхность баров, кос, террас и др. Льдины оставляют борозды или поверхности выпаживания, и этим нарушают эоловый рельеф, состав наносов на поверхности пляжа, провоцируют образование прорв или потоков переплескивания. Все эти элементы зональности чрезвычайно характерны для песчаных берегов полярных морей.

В умеренных широтах, как было показано, в большинстве случаев в разных регионах господствующими являются частые и сильные волнения, приуроченные к циклоническим областям [2, 7, 9, 16, 17]. Интенсивное проявление физического выветривания и достаточно сильное — химического выветривания, в совокупности с повышенной волновой абразией и обильным стоком речных наносов создают благоприятные условия для накопления песчаных аккумулятивных форм в большом числе районов морского побережья [19]. На них строятся разные по размерам, простиранию, площади и динамике береговые эоловые формы. Примерами могут служить береговые дюны на восточном берегу о. Сахалин, на западном берегу Камчатки (Охотское море), на Куршской и Вислинской косах, на Гардно-Лебской террасе (Балтийское море), на южных и восточных побережьях Северного моря, на Атлантическом побережье штатов Нью-Йорк, Нью-Джерси, Мэриленд, Виргиния (США), на Тихоокеанском побережье штатов Орегон и Вашингтон (США), на побережье заливов Сан-Матиас и Сан-Хорхе (Атлантического океана) в Аргентине и др. Даже не столь крупные береговые дюны несут на себе полный комплекс элементов и факторов эолодинамики, как например на берегах Черного и Азовского морей, в отличие от морей полярных [3, 7]. В значительной мере проявляется влияние мезо- и микрорельефа на поверхности баров, кос, террас, состава и запасов наносов, влажности наносов, растительного покрова, животного

мира и других факторов, которыми характеризуется широтная ландшафтно-климатическая зональность. Причем, нами подмечена весьма важная закономерность: у широких аккумулятивных форм зональные “климато-генные” и “органогенные” черты проявляются более ярко, а у узких форм сильнее проявляется влияние гидрогенных факторов.

В общем, береговые дюны занимают почти 35% длины берегов в пределах умеренной зоны. По километражу это в 4 раза больше, чем вдоль берегов полярных морей, поскольку вдоль последних более половины представлены гравийно-галечными и щебеночными наносами. Ряд авторов [14] особое внимание уделяют количеству песка и его составу как зональной особенности.

В субтропических, тропических и экваториальной зонах аккумулятивные формы занимают более 45% длины берега, и на подавляющем большинстве их располагаются эоловые формы и развиваются эоловые процессы. Как и в умеренной зоне, они чаще всего тяготеют к участкам устьев тех рек, которые выносят много песка. Примерами могут служить песчаные террасы полуострова Йорк в северо-восточной Австралии, дюнные гряды в районе Джохор на полуострове Малакка, поверхности баров на Тихоокеанском побережье Гватемалы, терраса в Кадисском заливе Атлантического океана (Пиренейский полуостров) и др. Как и в полярной и субполярной зонах, многие формы являются барами, питающимися наносами аллювиальных толщ с подводного склона. Повышенная интенсивность физического и особенно химического выветривания способствует обособлению песчаных фракций в большей мере, чем в других ландшафтно-климатических зонах.

Также отличительной чертой, по сравнению с другими зонами, в субтропических, тропических и в экваториальной значительная часть (10%) береговых дюн располагается вдоль берегов песчаных пустынь. Примерами могут служить: Атлантический берег между мысами Альмади на юге и Нуадибу на севере (Сенегал и Мавритания), Тихоокеанский берег в крайней северо-восточной части Калифорнийского залива (между устьями рек Сан-Игнасио и Санойта), Индоокеанский берег в западной Австралии между устьями рек Гаскойн и Фортескью, Ливийский берег Средиземного моря. Вместе с тем источником песка являются большей частью уже готовые песчаные фракции, в то время, как в умеренной зоне для механической гидрогенной дифференциации требуется затратить гораздо больше волновой энергии.

По причине ослабленного волнового влияния в жарком поясе интенсивность волновой переработки баров, кос и террас в общем намного меньше, чем в умеренной зоне. Хотя встречаются районы песчаного побережья, в пределах которых хотя бы раз в год проносятся тропические ураганы. Ветры со скоростью > 30 м/сек могут сдувать с дюн слой песка толщиной в среднем до 0,1 м по всей площади эоловой “зоны” в течение отдельной ветровой ситуации. Ряд дюн, высотой до 6–8 м и даже более, могут полностью смыться в пределах даже широких кос, полигенных пересыпей, островных и ограждающих линейных баров и др. В дальнейшем дюнные гряды восстанавливаются очень быстро, за год-полтора, как и в других климатических зонах. В этом случае такой процесс может считаться зональным.

И, конечно, в пределах различных ландшафтно-климатических зон теплого пояса Земли по-другому проявляются такие характеристики, как состав, количество и влажность песчаных наносов, влияние заплеска прибойного потока на пляж, значение пляжа как источника эоловых наносов, рельеф на поверхности песчаных береговых аккумулятивных форм, длина разгона ветрового потока над оголенной песчаной поверхностью и над береговыми дюнами, растительность, животный мир, режим грунтовых вод.

Выводы

Изложенные в данном разделе материалы отразили основные природные условия и процессы возникновения и развития эоловых процессов и форм рельефа на песчаных берегах морей и океанов в разных географических широтных зонах. Можно сделать несколько основных выводов:

1. История изученности данной темы показала постепенный переход от описаний внешних характеристик эолового рельефа на морском берегу до выявления различных факторов, процессов и механизмов эолодинамики. В итоге стало возможной целенаправленная научная организация территории и оптимальное использование природных ресурсов на песчаных берегах.

2. Впервые комплексно проанализирован фундаментальный географический вопрос о широтной географической зональности распространения и развития эоловых процессов и форм берегового рельефа. В результате создались предпосылки дальнейшего развития учения о широтной зональности и усовершенствования береговедения.

3. В вопросе географической зональности эоловых форм и процессов многое зависит от формирования песчаных линейных ограждающих баров, кос, полигенных пересыпей, островных баров, террас. Гидрогенные накопления песка в виде форм разных классов и типов, в том числе — и эоловых, определяются теми зональными показателями, которые участвуют в образовании источников песчаных наносов.

4. Местоположение песчаных форм локализует береговые дюны разных типов и размеров. Далее выявляется очень сложное переплетение непосредственного и опосредованного влияния факторов и процессов климатической зональности, переходных и аazonальных на среду эолодинамики и морфологии дюн. Если уж песчаная поверхность береговых аккумулятивных форм образовалась, то последующее влияние факторов и механизмов эолодинамики характеризуется зональностью в большей мере, чем процессы и механизмы образования этих песчаных форм.

5. Выделено два основных аспекта появления и развития эолового рельефа на береговых аккумулятивных формах. Их требуется анализировать при объяснении эолового морфо- и литогенеза в любом береговом регионе. Первый аспект относится к вопросам выявления характеристик источников песчаных наносов и трасс их транспортировки. Второй аспект требует анализа природных факторов, процессов и механизмов формирования эолового рельефа на берегах.

Литература

1. Айбулатов Н. А. Деятельность России в прибрежной зоне моря и проблемы экологии. — Москва: Наука, 2005. — 364 с.
2. Арчиков Е. И., Бровко П. Ф., Краснов Е. В. Физическая география Дальневосточных морей. — Владивосток: Изд-во ДВГУ, 1985. — 96 с.
3. Выхованец Г. В. Эоловый процесс на морском берегу. — Одесса: Астропринт, 2003. — 367 с.
4. Выхованец Г. В. Основные положения теории эолового морфогенеза на морском берегу // Вісник Одеського нац. унів. Географ. та геол. науки. — 2004. — Т. 9. — Вип. 4. — С. 129 — 144.
5. Зенкович В. П. Основы учения о развитии морских берегов. — Москва: Изд-во АН СССР, 1962. — 710 с.
6. Зенкович В. П., Ионин А. С., Каплин П. А., Медведев В. С. Берега Тихого океана. — Москва: Наука, 1967. — 375 с.
7. Каплин П. А., Леонтьев О. К., Лукьянова С. А., Никифоров Л. Г. Берега: Природа Мира. — Москва: Мысль, 1991. — 429 с.
8. Леонтьев О. К. Основы геоморфологии морских берегов. — Москва: Изд-во Моск. унив., 1961. — 416 с.
9. Леонтьев О. К. Физическая география Мирового океана. — Москва: Изд-во Моск. унив., 1982. — 200 с.
10. Лымаев В. И. К вопросу о зональности береговых процессов и типов берегов // Вестник Ленинградск. университета. Сер. геол. и геогр. — 1966. — № 6. — С. 88–101.
11. Павлидис Ю. А. Шельф Мирового океана в позднечетвертичное время. — Москва: Наука, 1992. — 272 с.
12. Уровень, берега и дно океана // Отв. ред. Н. В. Сомов и О. К. Леонтьев. — Москва: Наука, 1978. — 191 с.
13. Шепард Ф. П. Морская геология. — Москва: Недра, 1976. — 488 с.
14. Шуйський Ю. Д. Типи берегів Світового океану. — Одесса: Астропринт, 2000. — 480 с.
15. Bird E. C. F. Classification of European dune coasts // Dunes: European Coasts. — Suppl. 18. — T. W. M. Bakker, P. D. Jungerius & J. A. Klijn, eds. — Cremlingen: Catena Verlag, 1990. — P. 15 — 24.
16. Davies J. L. Geographical variations in coastal development. — New York: Hafner Publ. Co., 1973. — 372 p.
17. Kelletat D. Zonality of modern coastal processes and sea-level indicators // Journal Paleogeogr., Paleoclimat. And Paleoecol. — 1988. — Vol. 68. — P. 219–230.
18. Norrman J. O. Coastal Dune systems // Coastal Dynamics and Scientific sites. — E. Bird & K. Koike, eds. — Tokyo: Komazawa Univ. Press, 1981. — P. 119–157.
19. Sand Dune Inventory of Europe // Edited by J. P. Doody. — Peterborough: EUCC Publ., 1991. — 80 p.

Г. В. Вихованець

ПРОВІДНІ ОЗНАКИ ЗОНАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ ЕОЛОВИХ ПРОЦЕСІВ НА МОРСЬКИХ БЕРЕГАХ

Резюме

Широтна географічна зональність розглядається як одне з найпровідніших якостей розподілу берегових еолових форм рельєфу на площі того чи іншого морського узбережжя. Еоловий рельєф виникає на всіх широтах Землі та на піщаних берегах всіх морів, на яких піщана поверхня відчуває безперешкодний вплив вітрового потоку. Зональність еолового процесу обумовлена впливом температури повітря, напрямку, швидкості та тривалості дії вітру, вологості повітря та наносів, великості наносів, наявності рослинності, параметрів пляжів. Господарче використання берегів, на яких є піщані дюни, є активним. Такі береги мають бути збережені.

Ключові слова: морський берег, наноси, вітер, дюни, динаміка, географічна зональність, історія вивченості.

G. V. Vykhovanets

THE MAIN FEATURES OF ZONAL DISTRIBUTION OF AEOLIAN PROCESSES ON A SEA COAST

Summary

Latitude geographical zonality regard as one of basic properties of squire distribution of aeolian relief forms on different sandy coasts. On sea coasts sand dunes appear on all altitudes and shores of all seas and oceans, and this shores must be undergo sand surface impact by wind flow action. Zonality character of aeolian processes is conditioned an influence of air temperature, direction, velocity and duration of wind action, humidity of near-land air and beach sediment, size of the sediment, character of the vegetation, parameters of the adjacent beach. Economic usage of the shores with sand dunes is very intensive, in recreational field especially. Dune shores need detail conservation and including in territories of biospheric reservat.

Key words: sea coast, sediment, wind, dunes, dynamics, geographical zonality, history of research.