

Научные сообщения

УДК 551.435.743(470.26)

© 2012 г. Е.Н. БАДЮКОВА, Л.А. ЖИНДАРЕВ, С.А. ЛУКЬЯНОВА, Г.Д. СОЛОВЬЕВА

**ЗОЛОВЫЙ МОРФОГЕНЕЗ В БЕРЕГОВОЙ ЗОНЕ ЮГО-ВОСТОЧНОГО
ПОБЕРЕЖЬЯ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ**

Эоловый морфогенез на морских побережьях, безусловно, связан с литодинамическими процессами в береговой зоне, которые контролируются рядом факторов. Это, прежде всего, насыщенность береговой зоны песчаным материалом, сам факт присутствия которого обеспечивает возникновение эолового морфогенеза. Второй фактор определяется характеристиками ветрового режима, включающими доминирующее направление ветра и его скорость. Учитывая то обстоятельство, что единственным источником песчаного материала для инициирования эоловых процессов является пляж, большое влияние на формирование прибрежного эолового рельефа оказывают его морфология, размерность, а также состав и состояние осадков, слагающих пляж, главным образом, их влажность. Таким образом, характер транспорта эолового материала на поверхности пляжа зависит от геометрии пляжа, увлажнения его поверхности и ветрового режима в определенных соотношениях.

Будучи первичной и неустойчивой формой волновой аккумуляции на берегу, пляж имеет весьма изменчивые во времени и в пространстве объем и форму, зависящие от комплекса природных условий. Повторяемость различных по интенсивности и направлению штормов вызывает периодический размыв пляжа во время максимальных волнений или его наращивание в фазу затухания шторма, а также перемещение максимумов аккумуляции и размыва осадков пляжа в горизонтальной плоскости. Наиболее заметные деформации пляжа происходят от сезона к сезону, формируя летний и зимний его варианты. Последний характеризуется, как правило, меньшей шириной и более грубым составом пляжевых осадков.

Подъем уровня моря при нагонах уменьшает площадь поверхности активной эоловой переработки пляжа, а в сочетании с относительно сильными волнениями пляж подвергается затоплению или размыву вплоть до подошвы авандюны. Такая ситуация возникает несколько раз в году, вызывая смещение морского склона авандюны в сторону суши. Иногда авандюна полностью размывается и может вновь сформироваться после восстановления пляжа [1].

Вполне очевидно, что увеличение ширины пляжа и наличие большого количества песка необходимой размерности способствуют усилению эолового выноса материала при прочих равных условиях. Гранулометрический анализ песков, отобранных с пляжа и из прибрежных эоловых форм во время полевых исследований на Куршской косе (юго-восточное побережье Балтики), показал, что пляжи в значительной степени сложены песками фракций 0.5–0.25 и 0.25–0.1 мм, которые доминируют и в составе песков, слагающих эоловые формы.

При волновом заплеске на пляже, осложненном береговыми валами, часть воды с содержащимся в ней песчаным материалом остается на пляже за береговым валом.

Вода фильтруется в отложения пляжа, а, следовательно, оседает и песчаный материал, который после высыхания может вовлекаться в эоловый перенос. Даже после катастрофических штормов пляж почти полностью восстанавливается при последующих более умеренных волнениях. В фазу затухания волнения увеличивается роль волнового прибойного потока, направленного от моря к берегу, что приводит к активизации поступления песка со дна. Происходит ускорение процессов аккумуляции, т.е. слабые и умеренные волнения способствуют накоплению материала на пляже и на подводном склоне [2]. Таким образом, для последующего восстановления размыва во время шторма материала требуется несколько продолжительных волнений умеренной силы. В то же время для эолового процесса необходима достаточно активная гидродинамическая обстановка, при которой, несмотря на отмелость подводного берегового склона, волны способны регулярно поставлять песчаный материал на пляж.

Большое значение для переноса песка с морского пляжа в сторону суши имеет степень увлажнения субстрата. Влияние мощных нагонов и волнового заплеска морской воды создает зону максимальной влажности осадков вдоль береговой линии, где эоловый вынос песка либо не происходит совсем, либо значительно меньше, чем во внутренней зоне пляжа. В целом влажность пляжевых накоплений уменьшает их эоловую переработку, кроме тех случаев, когда скорость ветра очень высока. Слипание и утяжеление влажных частиц песка вызывает значительное увеличение порогового напряжения их сдвига, в связи с чем объем перемещающихся наносов на влажном пляже существенно меньше, чем на сухом. На интенсивность эолового переноса песка воздействует также атмосферная влага, в том числе дождь. Дождевая вода проникает в песок, верхний слой которого высыхает довольно быстро, особенно в периферийных зонах пляжа. Только затяжные дожди создают на поверхности пляжа влажную корку песка, препятствующую его выносу.

Короткопериодные колебания в ветровом транспорте песчаных наносов контролируются эпизодическими выносами сухого песка и наличием на поверхности пляжа влажных связных осадков, для высыхания которых нужно время. Это приводит в целом к непостоянному количеству материала, поступающего с пляжа даже при одной и той же скорости ветра. Однако в береговой зоне скорость ветра непостоянна и сопровождается порывами, когда скорость ветра увеличивается или уменьшается. Поэтому связь между интенсивностью сальтации песка и скоростью ветра на пляжах существенно слабее, чем в лабораторных условиях [3].

Неравномерность увлажнения пляжевого материала приводит к определенной моделировке рельефа пляжа ветровым потоком. Внутренние зоны широких песчаных пляжей, характеризующихся, как правило, сухим субстратом, подвергаются более интенсивному эоловому выносу песчаного материала, что приводит к формированию в их пределах горизонтальных или вогнутых песчаных поверхностей, местами прикрытых ракушечной или галечной ветровой отмосткой. При углублении таких поверхностей до уровня грунтовых вод за счет дефляции вынос песка прекращается. Помимо сальтации частиц, на очень ровных пологих пляжах при возрастании скорости ветра возможно струйное движение песков. Такой механизм перемещения осадков наблюдается на широких пологих пляжах Вислинской косы (ЮВ Балтика).

Процесс эолового переноса песка во многом определяется скоростью ветра, которая должна достичь минимальной “срывающей” или “сдвигающей” для песчаных частиц различных размеров. Под воздействием ветра скоростью более 4 м/сек в приземном слое над песчаной поверхностью формируется ветро-песчаный поток, играющий основную роль в переносе песка [4]. Немаловажно при этом знать какой путь пройдет ветро-песчаный поток над активной поверхностью пляжа, то есть какова длина разгона ветрового потока. Существенным условием для насыщения песком ветрового потока при его движении к тыловой части пляжа и далее является угол подхода ветра к генеральному направлению береговой линии. В последние годы проводились детальные работы по выявлению зависимости количества перемещенного песка от

длины разгона ветрового потока [5, 6]. В результате установлено, что для достижения эффекта наибольшего насыщения ветрового потока песком оптимальны углы, лежащие в интервале от 30° до 75° [3]. По данным других исследователей этот интервал меньше и лежит в диапазоне от 35° до 45° [7].

Ветер, дующий под углом $<30^\circ$, фактически разворачивается вдоль линии берега, практически параллельно авандюне. И хотя длина разгона ветра в этом случае большая и условия для переноса песка благоприятные (практически отсутствует заплеск и нагон), на авандюну песка поступает мало. При угле подхода ветра $> 75^\circ$ длина разгона сокращается до минимальной. Фактором, препятствующим активному переносу песка при этой ситуации, является морское волнение, возбуждаемое ветрами, дующими вкрест простираения берега. При высоких скоростях таких ветров возникают значительные заплески и нагоны, сокращающие ширину пляжа.

Прогрессирующее увеличение количества переносимого ветром песка по мере его перемещения над поверхностью пляжа приводит к максимальной насыщенности ветро-песчаного потока в верхней (тыловой) части пляжа. При падении скорости ветра перед непроницаемым препятствием – авандюной или дюнным валом, происходит выпадение песка из потока и его аккумуляция, что приводит к формированию широко распространенных эоловых подушек. На морском склоне авандюны скорость ветрового потока увеличивается, а непосредственно на ее вершине она падает, что способствует дальнейшему накоплению песка.

В течение последних нескольких лет (2004–2007 гг.) на морском побережье Куршской косы проводились метеорологические наблюдения за ветром в рамках программы экологического мониторинга морского нефтяного месторождения “Кравцовское”. Выявлено общее преобладание ветров западной четверти, при этом розы ветров имеют основную особенность – симметричность относительно оси запад–восток. Межгодовая и межсезонная изменчивость ветра заключается в перемещении преобладающих направлений на ЮЗ и СЗ и увеличении скорости ветров в холодный период года (до 27 м/с) [8].

В целом, среднегодовая повторяемость штормовых ветров (>12 м/сек) западных и юго-западных румбов составляет несколько больше 85% [9]. Наиболее ветреным является период с сентября по декабрь, наиболее спокойным – апрель–июнь. Летом, в самый благоприятный для развития эоловых процессов сезон, преобладающую роль играют также ветры западного направления, которые в совокупности составляют около 50% летнего ветрового спектра [8]. Повторяемость северных и восточных ветров низкая. Среднегодовая скорость ветра на морском берегу косы составляет 4.6–6.0 м/с. Здесь хорошо выражен суточный ход направления ветра. Помимо собственно морского бриза на Куршской косе отмечается бриз с Куршского залива. Возможны варианты, когда ветер дует на косу с обеих сторон – с моря и с залива, т.н. двусторонний бриз [10].

Береговая линия моря на Куршской косе представляет собой плавную вогнутую дугу и поэтому она по-разному экспонирована к преобладающим ветрам. Простираение береговой линии меняется от 223° до 210° , что дает широкие возможности для исследования влияния угла подхода ветра к береговой линии на эоловые процессы. На Куршской косе ветер почти везде подходит к морской береговой линии под острым углом. В пределах распространения эолового рельефа береговых дюн это выражено в расположении коридоров выдувания (КВ), которые пересекают дюнный вал в направлении преобладающего в данном районе ветра. При полевых обследованиях берегов производились замеры направлений КВ и вытянутых дефляционных котловин (ДК). Направление береговой линии определялось по навигационным картам и по космическим снимкам Google. Сопоставление замеров направления КВ с ориентировкой береговой линии позволило вычислить угол подхода ветра к берегу. Было выделено шесть участков, характеризующихся различными морфологическими особенностями и разным подходом ветра к берегу. На гистограммах приведены углы подхода ветра к береговой линии, полученные по замерам направлений наиболее выраженных КВ на

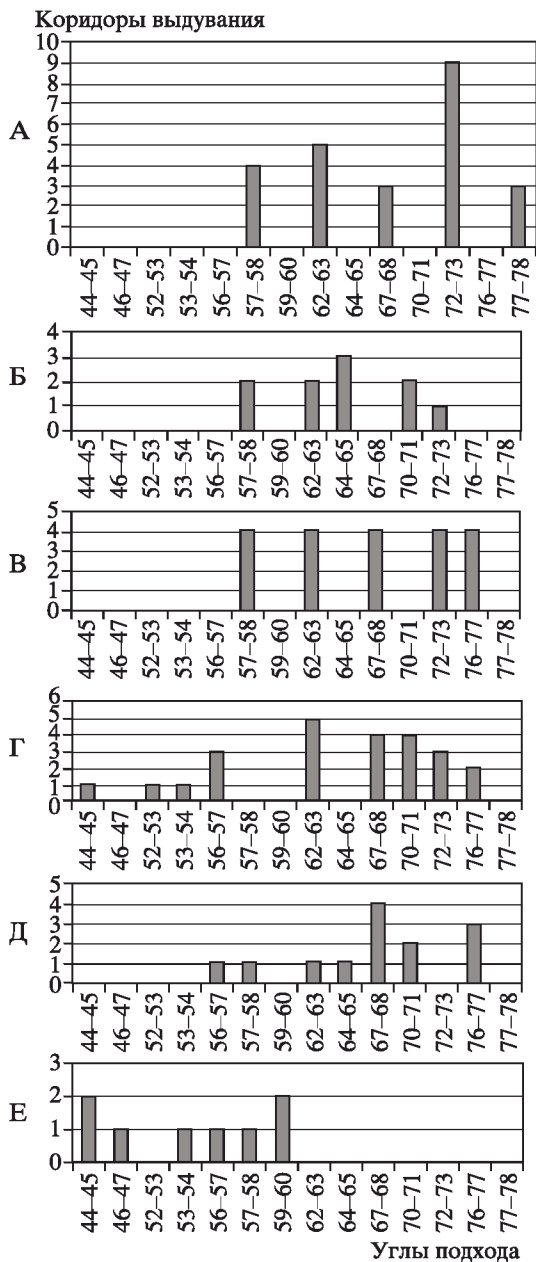


Рис. 1. Углы подхода ветра к береговой линии на различных участках морского берега Куршской косы
А – 14–19 км, Б – 19–27 км, В – 27–30 км, Г – 30–37 км, Д – 37–44 км, Е – 44–49 км

30 м) в ряде мест, благодаря косому подходу ветра, длина его разгона значительная, что приводит к насыщению ветрового потока песчаным материалом по мере его движения над пляжем.

Формированию большого количества КВ способствуют ветры, дующие под большим углом к береговой линии (почти “в лоб”) и приводящие к разобшению единого

данных участках (рис. 1). В таблице даны средние значения направлений береговой линии, КВ и углов подхода ветра на этих же участках.

Исследования, связанные с выявлением угла подхода ветра к берегу, производились на морском побережье Куршской косы, начиная с ее 14 км и вплоть до российско-литовской границы. Южная часть косы не обследовалась в связи с отсутствием здесь морфологически четко выраженного дюнного вала. Ранее [11] мы приводили обоснованные доказательства того, что южная оконечность Куршской косы не является аккумулятивным барьером, созданным в голоцене волновыми и эоловыми процессами, а представляет собой выступ прибрежной доголоценовой равнины, сложенной водно-ледниковыми и моренными отложениями. Эоловые осадки имеют здесь подчиненный характер.

Сравнение полученных описанным способом углов подхода ветра к берегу показывает, что максимальные их значения характерны для южного отрезка исследованного побережья Куршской косы – с 14 по 19 км (таблица) и составляют 65–78° (рис. 1А).

На данном отрезке берега четко выражен дюнный вал, который имеет ширину вначале 50, затем 80, далее – до 200 м. Высота вала 8–10 м, местами она возрастает до 12–14 м за счет поступления песка из КВ. Значительный волновой размыв дюнного вала (до вершины) наблюдается на всем его протяжении. Фрагментарно к валу прислоняется авантюна. Вал сильно развеян, много обширных ДК; развеянные участки протягиваются вдоль поверхности вала на 400–600 м. Такая ситуация наблюдается на протяжении всего первого участка косы (рис. 2А).

Несмотря на сравнительно небольшую ширину пляжа (от 15 до

Углы подхода ветра к береговой линии на различных участках морского берега Куршской косы

№ участка / км	Направление береговой линии (измерения производились с ЮЗ на СВ), град.	Направление коридоров выдувания, град.	Угол подхода ветра к береговой линии, град.
№ 1 / 4–19	222	292	70
№ 2 / 19–27	217	280	63
№ 3 / 27–30	212	280	68
№ 4 / 30–37	217	290	73
№ 5 / 37–44	214	280	66
№ 6 / 44–49	212	264	52

дюнного вала. Перемещение песка по этим коридорам способствует образованию своеобразных песчаных “языков” и в конечном итоге к увеличению ширины вала.

Далее на СВ выделяется второй участок берега (таблица), протяженностью около 8 км (19–27 км), где преобладают углы подхода ветра от 62° до 72° (рис. 1Б). Однако направление береговой линии на этом участке заметно отклоняется от генерального, иногда на несколько градусов (до 6°). Ранее отмечалось, что морская береговая линия Куршской косы в целом представляет собой дугу большого радиуса, в пределах которой выделяются три макробухты протяженностью от 10 до 15 км. Последние, в свою очередь, состоят из мезобухт протяженностью от 1.5 до 2 км [2]. За счет изменения направления береговой линии углы подхода ветра варьируют в диапазоне от 59° (в районе 19 и 20 км) до 80° (в районе 25 и 26 км).

На данном участке обращает на себя внимание резкое сокращение выноса эолового материала вглубь суши, очень мало КВ, высота дюнного вала снижается до 6–7 м, лишь местами она достигает 8 м. Вал узкий, почти не развевая, на значительном протяжении большая его часть размыва, сохранился только его склон, обращенный в сторону суши. Фрагментарно прослеживается авантюна (рис. 2Б).

В отличие от первого участка, многие песчаные языки, продвинувшиеся ранее вглубь суши и образовавшие дюнный вал второй генерации, уже покрылись растительностью. Последнее указывает на некоторое затухание здесь абразионных и эоловых процессов.

На следующем к северу третьем участке (таблица) углы подхода ветра располагаются в интервале 65–77° (рис. 1В). Дюнный вал активно размывается и развевается. Его ширина достигает 50 м, высота от 5 до 7 м. Вал рассечен КВ (шириной до 10 м) с песчаными языками до 20–40 м, в тыловой части большие ДК диаметром 20–30 м. На значительном протяжении в результате размыва сохранилась только бережная часть вала.

Периодически выражена авантюна высотой до 5 м, прислоненная к дюнному валу и образующая на вершине площадку шириной до 2–3 м. Такого рода авантюны, детальное описание которых было приведено ранее [12], встречаются на многих участках берега Куршской косы.

Далее на СВ на участке 4 (таблица) береговая линия оконтуривает моренный выступ, прикрытый маломощными песчаными осадками и выходящий на поверхность в пос. Рыбачий. Направление береговой линии здесь отклоняется на СВ по сравнению с предыдущими значениями на 5°. Соответственно угол подхода ветра меняется, он становится меньше, преобладают углы 62–63° (рис. 1Г).

Высота дюнного вала на траверзе Рыбачьего увеличивается до 10 м. КВ, наоборот, уменьшаются в размерах или вообще отсутствуют. Дюнный вал, размывтый, как правило, до его вершины, прослеживается в виде единой гряды с высоким уступом размыва. Авантюна отмечена лишь на 31–33 км.

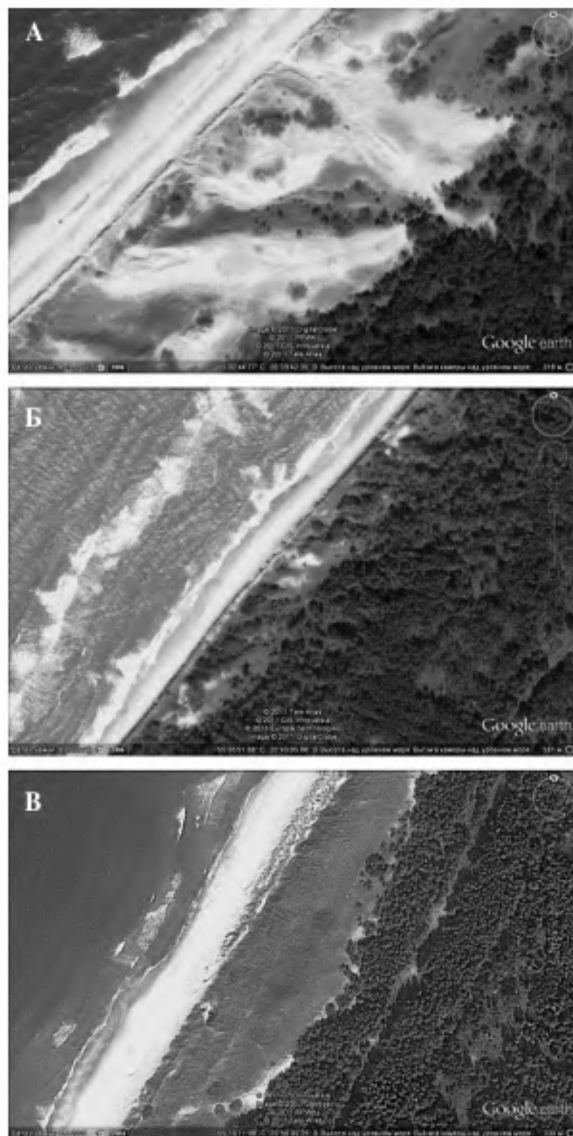


Рис. 2. Рельеф береговой зоны на первом (А), втором (Б) и шестом (В) участках

наиболее четко выделяются два крайних участка (оба протяженностью около 5 км), существенно отличающихся углами подхода ветров к берегу. Так, на первом участке (14–19 км) доминируют углы $72\text{--}73^\circ$ (рис. 1А). На приграничном с Литвой участке преобладают углы, лежащие в диапазоне $44\text{--}60^\circ$ (рис. 1Е).

Разница в углах подхода ветра в значительной степени определяет морфологию золотых образований в береговой зоне. Как уже отмечалось, южный участок характеризуется высоким и широким дюнным валом с многочисленными широкими КВ, прорезающими всю толщу золотых отложений, слагающих вал. Здесь происходит наибольший вынос песка вглубь суши по КВ, формированию которых способствует ветер, направленный под большим углом к берегу.

Характерной особенностью участка является резкое изменение ширины пляжа, которая меняется от 10–12 м (в створе дюны Мюллера) до 60 м у пос. Рыбачий. В последнем случае это объясняется тем, что здесь песчаные осадки незначительной мощности залегают, на валунно-галечном бенче, образовавшемся в результате размыва моренного выступа [13].

На пятом участке берега с 37 по 44 км косы (таблица) углы подхода ветра несколько возрастают за счет постепенного разворота береговой линии к северу. Здесь преобладают углы $65\text{--}70^\circ$ (рис. 1Д). Дюнный вал высотой 6–8 и шириной 50–60 м рассечен отдельными КВ. Выположенная его вершина заросла травянистой и кустарниковой растительностью. Там, где отсутствует авантюна, вал размывается при штормовых волнениях.

С 44 км по 49 км угол подхода ветра к береговой линии значительно меняется (рис. 1Е). Здесь, несмотря на еще больший разворот берега к северу, КВ расположены под значительно меньшими углами, чем ранее. Вероятно, это изменение направления доминирующих ветров связано с особенностями циркуляционных ветродинамических процессов в данном районе. Все КВ подходят к береговой линии под углами меньше, чем 62° . На северном приграничном участке угол подхода составляет $44\text{--}46^\circ$.

Таким образом, в пределах российской части Куршской косы

Напротив, приграничный участок характеризуется значительно меньшими углами подхода ветра, следовательно, создаются менее благоприятные условия для образования КВ, которых здесь мало, они незначительных размеров, как в длину, так и в глубину (рис. 2В).

Как видно из приведенной таблицы и рисунков, в береговой зоне Куршской косы условия в целом благоприятствуют максимальному выносу песчаного материала с пляжа, т. к. ветер в основном подходит под оптимальными углами к береговой линии. Направления близкие к нормали по отношению к берегу ($75\text{--}80^\circ$) редки. Ветры, направленные под острыми углами ($<45^\circ$), полностью отсутствуют. Таким образом, углы подхода ветра на Куршской косе укладываются в наиболее благоприятный диапазон для формирования современных эоловых форм.

Проведенный анализ зависимости морфологии современных эоловых форм на морском побережье Куршской косы от угла подхода ветра к береговой линии имеет определенной палеогеографическое значение. Учитывая выявленную зависимость, можно решать и обратную задачу – восстанавливать особенности ветрового режима на определенных участках берега в прошлом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Болдырев В.Л., Бобыкина В.П., Бурнашов Е.М. Результаты и дальнейшие перспективы мониторинга берегов Куршской косы // Пробл. изучения и охраны природного и культурного наследия нац. парка “Куршская коса”. Калининград: Изд. РГУ им. И. Канта, 2007. С. 76–93.
2. Кирлис В.И. Особенности процессов отмелого песчаного берега в состоянии динамического равновесия // Теоретические проблемы развития морских берегов. М.: Наука, 1989. С. 100–105.
3. Davidson-Arnott R.G.D., Bauer B.O. Aeolian sediment transport on a beach: thresholds, intermittency, and high frequency variability // *Geomorphology*. 2009. V. 105. P. 117–126.
4. Зенкович В.П. Основы учения о развитии морских берегов. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 710 с.
5. Hesp P.A., Davidson-Arnott R., Walker I.J., Ollerhead J. Flow dynamics over a foredune at Prince Edward Island, Canada // *Geomorphology*. 2005. V. 65. P. 71–84.
6. Bauer B.O., Davidson-Arnott R.G.D., Hesp P.A. et al. Aeolian sediment transport on a beach: Surface moisture, wind fetch, and mean transport // *Geomorphology*. 2009. V. 105. P. 106–116.
7. Шуйский Ю.Д., Выхованец Г.В. Условия и численные величины эолового переноса песка на южных берегах Балтийского моря // Вісник Одеського національного університету. 2006. Т. 11. Вып. 3. С. 148–164.
8. Гуцин О.А., Стоит Ж.И. Ветровые условия в прибрежной зоне Куршской косы (2004–2007) // Пробл. изучения и охраны природного и культурного наследия нац. парка “Куршская коса”. Калининград: Изд. РГУ им. И. Канта, 2008. С. 133–135.
9. Тупикин С.Н. Повторяемость сильных ветров на западном побережье Калининградской области // Прибрежная зона моря: морфолитодинамика и экология. Калининград: Изд. РГУ им. И. Канта, 2004. С. 231–233.
10. Абрамов Р.Н. Обоснование концентрации метеорологического мониторинга Куршской косы // Пробл. изучения и охраны природного и культурного наследия нац. парка “Куршская коса”. Калининград: Изд. РГУ им. И. Канта, 2008. С. 5–13.
11. Бадюкова Е.Н., Жиндарев Л.А., Лукьянова С.А., Соловьева Г.Д. Особенности строения корневой части Куршской косы // Вестн. МГУ. Сер. 5. География. 2010. № 5. С. 53–60.
12. Бадюкова Е.Н., Жиндарев Л.А., Лукьянова С.А., Соловьева Г.Д. Развитие барьерно-лагунных систем юго-восточной Балтики // *Океанология*. 2008. Т. 48. № 4. С. 641–647.
13. Бадюкова Е.Н., Жиндарев Л.А., Лукьянова С.А., Соловьева Г.Д. Анализ геологического строения Куршской косы (Балтийское море) в целях уточнения истории ее развития // *Океанология*. 2007. Т. 47. № 4. С. 594–604.

EOLIAN MORPHOGENESIS IN COASTAL ZONE OF THE SOUTHEASTERN BALTIC SEA

E.N. BADYUKOVA, L.A. ZHINDAREV, S.A. LUKYANOVA, G.D. SOLOVYEVA

Summary

The process of aeolian sand carrying out from the sea beach and formation of the aeolian features in the coastal zone of Curonian Spit is considered. The dependence is revealed between the quantity of materials transported by wind upon the composition of substratum and angle of wind approach to shoreline. Several coastal sites are distinguished there with different direction and force of the wind-sandy flow.

УДК 551.435.3 → 551.438.5:628.39(262.54)

© 2012 г. Н.А. БОГДАНОВ

ДИНАМИКА БЕРЕГОВ ТЕМРЮКСКОГО ЗАЛИВА И ОПАСНОСТЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АЗОВСКОГО И ЧЕРНОГО МОРЕЙ

Аварии на морском, особенно нефтеналивном, транспорте, сбросы хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод, как правило, плохо очищенных от загрязняющих веществ (ЗВ), безответственное обращение с твердыми и жидкими отходами, застойные гидродинамические явления на мелководьях – весь комплекс негативных антропогенных воздействий и природных факторов угрожает биоразнообразию прибрежно-морских экосистем и снижает качество ресурсов водоемов.

Риски такого рода характерны и для Темрюкского залива Азовского моря, на берегах которого размещаются станции, винодельческие хозяйства, здравницы, спортивные, туристические и др. комплексы. В кутовой части асимметрично вогнутой на ЮВ береговой дуги расположился древний порт-крепость “Темрюк” – основной источник ЗВ на морском берегу и в устье р. Кубань. Токсическое воздействие антропогенных факторов в периоды развития определенных гидро- и литодинамических режимов таит опасность загрязнения прилегающих морских акваторий.

Проработка сценариев загрязнения береговой зоны в результате аварий и непродуманной хозяйственной деятельности опирается на расчеты составляющих прибрежного потока волновой энергии (Эп – нормального, Эт – вдольберегового и Эо – их результирующей). Среднепогодные годовые и сезонные их характеристики во многом определяют морфодинамику и тенденции перераспределения вод, наносов и ЗВ. Поток Эп контролирует величины лобовых волновых нагрузок, дифференциацию абразионной опасности на берегах, интенсивность поперечной подачи наносов с глубины к урезу воды. Потоки Эт – изменчивость мощности и направления вдольберегового переноса энергии и вещества (рис. 1).

Значимость такой диагностики возрастает в связи с грядущей реконструкцией порта “Темрюк” и расширением перевалочных площадей под пищевое и парфюмерное масло, нефтехимию, сыпучие материалы и комовую серу Астраханского газового комплекса. На подходах к порту для проводки крупнотоннажных судов планируется дноуглубление с 5.5 до 6.4 м.

Объект исследования – берега Темрюкского залива между прикорневом участком косы Чушка в Керченском проливе, мысой Ахиллеон – на западе и станцией Перекопская – на востоке. Протяженность объекта ~70–80 км. Современное состояние берегов подробно изучено Р.Д. Косьяном и М.В. Крыленко [1].