

Научные сообщения

УДК 551.435.322(261.245)

© 2014 г. Е.Н. БАДЮКОВА, Л.А. ЖИНДАРЕВ, С.А. ЛУКЬЯНОВА, Г.Д. СОЛОВЬЕВА

ПЛЯЖЕВЫЕ ФЕСТОНЫ НА АККУМУЛЯТИВНЫХ БЕРЕГАХ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ БАЛТИКИ¹

Географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва; badyukova@yandex.ru

Введение

Введенный В.П. Зенковичем в 1948 г. [1] в отечественную научную литературу термин “пляжевые фестоны” относится к мезоформам рельефа пляжа, осложняющим его приурезовую зону. Это ритмичные, поперечные береговой линии бугры (или “рога” в некоторой интерпретации), с закругленной или острой вершиной, разделенные вогнутыми ложбинами. Они встречаются на аккумулятивных берегах с пляжами, сложенными разным по крупности осадочным материалом – от тонкого песка до гальки, причем на буграх скапливаются более грубые осадки, чем в ложбинах. Размеры фестонов и их волновой шаг (промежутки между ними) могут быть разными в зависимости от местных морфодинамических условий.

В отечественной литературе, вслед за В.П. Зенковичем, этим формам рельефа были посвящены работы З.И. Гурьевой [2], Е.Н. Егорова [3], Г.А. Сафьянова [4] и др. В зарубежной литературе им уделялось еще более пристальное внимание, начиная с работ Д. Джонсона [5] и О. Эванса [6]. В последние годы появилась новая серия статей, посвященных фестонам, где рассматриваются различные аспекты причин их формирования [7–10] и предлагается оригинальное объяснение по сравнению с предыдущими построениями [5, 11, 12].

Несмотря на большой, казалось бы, интерес исследователей к пляжевым фестонам, разнообразие их форм и механизм образования все еще недостаточно освещены, что вызывает продолжение дискуссий. В предлагаемой статье сделана попытка провести сравнительный анализ этих форм рельефа вдоль морского и лагунного берегов крупнейших на Балтике песчаных береговых барьеров – Куршской и Вислинской кос – и рассмотреть особенности их образования.

Происхождение фестонов

Фестоны – ритмичные формы рельефа на пляже – образуются в зоне заплеска волн обычно в условиях низкой волновой энергии и формируются из материала различной крупности – от гальки до тонкого песка, но чаще встречаются на пляжах, сложенных среднезернистыми песчаными осадками с включениями гальки [4].

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 13-05-00112).

По мнению В.П. Зенковича [13], бывают эрозионные и аккумулятивные фестоны, отличающиеся своей морфологией. Первые с резко выраженными остроконечными выступами образуются после создания берегового вала – при последующем его размыве. Вторые – плавных, округлых очертаний – формируются в фазу нарастания пляжа [4]. Отличие формы эрозионных и аккумулятивных фестонов свидетельствует о разных стадиях их формирования, что было выявлено [2] на юго-восточном берегу Каспийского моря: сначала формировались острые выступы фестонов, которые с течением времени приняли сглаженные формы.

На песчаных пляжах у фестонов хорошо заметны отсыпи, как элемент подводного рельефа между мысами фестонов, причем они не являются начальной формой в образовании фестонов, а развиваются одновременно и параллельно с ними. Отсыпи имеют ступеньку в сторону моря, их размеры соответствуют размерам вышележащих ложбин, и они исчезают вместе с фестонами. По наблюдениям на галечных берегах Черного моря, песчаных – Черного и Азовского морей и на Байкале [3], как только заканчивалось преобразование пляжей после шторма, начиналось формирование фестонов, при этом происходила дифференциация материала. Ложбины выстилалась кварцевым песком, на гребнях фестонов – битые и даже целые раковины, а отсыпи состояли из ракушечного песка и мелкобитой ракушки.

Ранее было замечено, что одновременно со смывом гальки из ложбин здесь начиналось отложение гравия, поднятого заплеском с подводной части пляжа, т. е. образование фестонов было результатом как процессов эрозии, так и аккумуляции. Они оставались до возникновения ветровой волны, при усилении которой начался общий размыв пляжа. Сначала подрезались гребни фестонов, а потом они сами “растаскивались” в стороны [2]. Аналогичные процессы авторы наблюдали и на пляжах аккумулятивных барьеров юго-восточной Балтики.

При условии образования фестонов во время высокого уровня воды в акватории, их выступы вытягиваются вслед за отступающим уровнем и образуются поперечные к линии пляжа песчаные или галечные гряды длиной в несколько десятков метров. Эти узкие гряды расположены по нормали к береговой линии или под небольшим углом к ней [14] (рис. 1).

В последние десятилетия идут активные дебаты о происхождении фестонов. Согласно одной из гипотез, своим возникновением фестоны обязаны присутствию краевых волн в приурезовой зоне. По другой гипотезе, они являются результатом обратной связи между изменяющейся топографией пляжа и заплеском волны. При этом ни одна из гипотез не объясняет полностью механизм образования фестонов, поэтому исследователи не исключают, что есть еще какие-то другие, пока неизвестные гидродинамические процессы вблизи уреза, где они трудны для изучения в силу активной волновой деятельности [15].

Гипотеза краевых волн – наиболее известная модель, разработанная более 30 лет назад. Предположение о том, что фестоны образовались в результате действия стоячих краевых волн, было обосновано многими исследователями [11, 16, 17]. Ими установлено, что расстояние между фестонами связано с длиной краевых волн, амплитуда которых изменяется синусоидально вдоль контура берега. Для краевой волны нулевой моды она по экспоненте изменяется в сторону моря. Краевые волны на крутых пляжах связаны с отражением энергии ветровых волн от берега, в результате чего образуются стоячие волны с вдольбереговой составляющей, которая и создает фестоны [4]. Модель краевых волн показывает, что расстояние между выступами фестонов в основном зависит от периода волны и угла наклона пляжа. Эта гипотеза предсказывает увеличение расстояний между фестонами с увеличением уклона пляжа при постоянном периоде волны. Однако такой связи не выявили полевые исследования, проведенные в Австралии [9].

Известно, что уклон пляжа увеличивается при увеличении размерности осадка или же с уменьшением высоты волны при неизменном ее периоде. Следовательно, расстояние между фестонами должно возрастать с увеличением размерности осадков, слагающих пляж, или с уменьшением высоты волны. Однако, согласно другим иссле-

дованиям, такое соотношение также не наблюдается в природе. Поэтому данную модель (краевые волны) в последние годы на основе новых полевых и лабораторных работ [9, 17, 18 и др.] или подвергают ревизии, или просто не поддерживают.

Вторая гипотеза – это *гипотеза самоорганизующейся системы образования фестонов*. Отечественные и зарубежные исследователи отмечали, что фестоны образуются очень быстро, но никогда не удавалось наблюдать, чтобы они возникали одновременно на большом протяжении берега. По мнению В.П. Зенковича [13], причину их образования, скорее всего, следует искать в случайных флуктуациях параметров рельефа, уклона, крупности наносов или характера водной толщи в прибойной зоне. Следовательно, ритмичные формы возникают первоначально в виде очагов и распространяются от них в разные стороны. Последующие исследователи, базируясь на самоорганизационной модели при описании процесса образования и эволюции фестонов, утверждали, что фестоны формируются благодаря нелинейным связям между волновым заплеском, транспортом наносов и морфологией пляжа [19]. Расстояние между фестонами зависит от высоты (длины) заплеска волн. При этом основными контролирующими факторами являются высота волны, ее период и размерность осадков. Эти параметры контролируют склон пляжа, от которого, в свою очередь, зависит длина заплеска волн. Таким образом, расстояние между выступами фестонов равно длине заплеска волн, умноженной на полученный в лабораториях коэффициент (от 1.5 до 1.7 по разным оценкам). То, что значения этого коэффициента примерно одинаковы у разных авторов, говорит в поддержку самоорганизующейся системы.

Последние детальные полевые исследования на берегу одной из бухт в Новой Зеландии с применением видеонаблюдений, передаваемых на монитор, показали, что фестоны быстро формировались при волнах высотой 1.5 м с периодом 10 сек [7]. Причем они начали формироваться на определенном отрезке берега и затем быстро распространились вдоль уреза. Ранее было показано, что “спусковым крючком” для образования фестона может быть топографическая неровность на пляже, образованная, например, присутствием гальки в конце ровного пляжа или незначительное на нем понижение. Так, в лабораторных исследованиях локальное увеличение высоты волн приводило к перемещению гребня бермы в сторону суши с одновременным образованием мини-депрессии на пляже, что в итоге способствовало началу формирования фестонов.

Изменению топографии поверхности пляжа, кроме присутствия гальки, могут способствовать разрывы в береговых валах или бермы, а также локальные пики высоты волн, спродуцированные, возможно, стоячими краевыми волнами или интерференцией, возникающей при наложении волн разной ориентировки. Первичные неровности приводят к усилению обратного потока и увеличению абразии, в результате формируется вогнутость линии уреза, которая позднее развивается в бухточку между фестонами. Во время потока вверх основная масса воды, растекающейся по сторонам вогнутости, устремляется в ее центральную часть, так что обратный поток по краям вогнутости фестона становится слабее и уменьшается количество переносимого материала, в отличие от центральной части, где вынос больше. В результате формируется

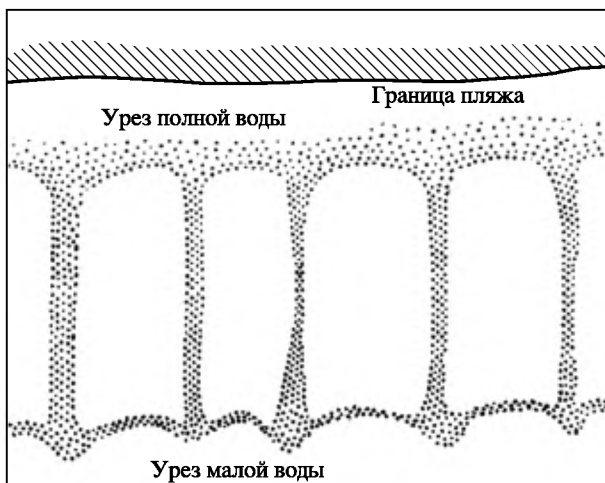


Рис. 1. Схема пляжевых фестонов с длинным продолжением на подводном склоне (по [14])

рог, или выступ фестоны. Это топографическое повышение, в свою очередь, нарушает волновой заплеск на прилегающем еще ровном участке, увеличивая скорость обратного потока, что приводит к формированию новой депрессии. Таким образом, неровности пляжа меняют структуру заплеска, который, действуя на выступы фестоны, конвертирует в центре вогнутостей. Это приводит к увеличению скорости обратного потока и замедлению заплеска следующей волны [10].

Основными предпосылками образования фестонов следует считать: 1) динамическое равновесие пляжа при данном волнении; 2) предпочтителен подход волн по нормали к берегу, хотя описаны случаи возникновения фестонов и при косом подходе волны к берегу; 3) наличие ритмичного заплеска, имеющего наносодвижущую силу для наносов данной крупности. Формирование фестонов зависит также от типа разрушения волн, хотя единодушия и в этом вопросе у исследователей нет. По мнению одних [15], появлению фестонов более всего способствует ныряющий бурун, другие [10] считают, что для формирования фестонов наиболее благоприятны рефракция волн и их накат без разбивания, а иногда как ныряющий бурун.

Фестоны на берегах Вислинской и Куршской кос

Заливные (лагунные) берега. Вислинская коса. На заливном берегу Вислинской косы в южной половине ее российской части хорошо развита серия (более двух десятков) своеобразных довольно крупных и сравнительно редко встречаемых пляжевых фестонов (рис. 2). Они имеют четкую треугольную форму, остроконечные окончания и длинное подводное продолжение в виде узких песчаных гряд (“охвостьев”) на подводном склоне. Высота подводных гряд-охвостьев не более 0.3–0.5 м. Фестоны отмечены только вдоль тех участков берега, где нет камышей, т.е. где проявляется волновая активность.

При продвижении вдоль косы на ЮЗ, их параметры несколько возрастают. Наибольшие размеры и наибольшую четкость своей удивительной формы фестоны приобретают в районе 23 км Вислинской косы, продолжаясь и далее на польскую территорию, но при этом постепенно уменьшаясь в размерах. В западной части Вислинской лагуны, а также на ее южном берегу фестонов нет.

На приведенной фотографии (рис. 2) видно, что расстояния между подводными грядами (охвостьями), начиная от 23 км и далее на ЗЮЗ, постепенно сокращаются и составляют 110 (60), 100 (60), 80 (40), 60 (40), 50 и 40 м. В скобках даны размеры охвостьев, они также закономерно уменьшаются по мере сокращения промежутков между выступами. Охвостья расположены не перпендикулярно, а под углом 60–75° к берегу. В заливах между выступами крупных фестонов видны небольшие аналогичные формы и также с охвостьями, расстояние между которыми до 10 м. Эти малые фестоны располагаются по нормали к береговой линии и отражают влияние более слабых волнений, ограниченных заливом между крупными выступами. В корневой части крупных фестонов раз-

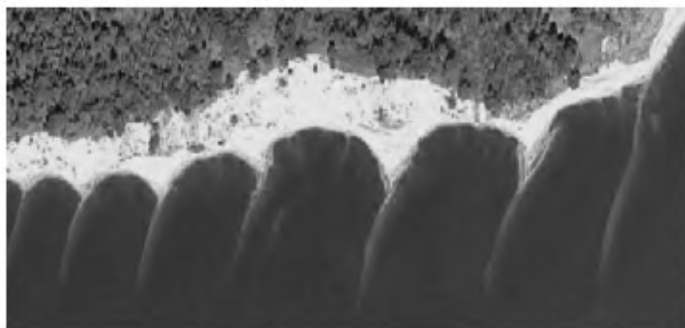


Рис. 2. Серия пляжевых фестонов на лагунном берегу Вислинской косы (Google, 2010)

виваются узкие лагуны. В литературе описания такого рода мелких фестонов внутри большой дуги, а также эфемерных лагун на выступах фестонов встречать ранее не приходилось. При движении вдоль берега в обратную сторону – на ВСВ от 23 км – расстояния между фестончатыми выступами также постепенно уменьшаются, но несколько крайних

фестонов имеют то же расстояние – 40 м, охвостья длиной до 20 м, и затем постепенно сходят на нет.

Фестоны наибольших размеров приурочены к тому участку берега Вислинской косы, где согласно нашим данным [20], сохранился фрагмент дельтовой равнины праж-Вислы. На подводном склоне и местами на урезе здесь выходят слагающие его плотные илы, что приводит к изменениям гидродинамических условий на данном участке, прежде всего, за счет изменений уклонов на затопленной поверхности дельтового останца. Грубые подсчеты по батиметрической карте показывают, что уклон подводного склона на этом участке до глубин 1.5–2 м составляет порядка 0.003, в приурезовой части уклоны, вероятно, еще меньше.

Длинные охвостья фестонов, придающие им столь необычный вид, формируются как осложняющий элемент. Все они начинаются с северо-восточной стороны оконечности фестонов и, уходя под воду, несколько отклоняются к юго-западу. В.П. Зенкович [14] объяснял развитие длинных охвостьев растягиванием фестонов при спаде воды и увязывал колебания уровня воды с приливо-отливными явлениями (рис. 1). В лагунах бесприливного Балтийского моря колебания уровня чаще всего связаны со стгонно-нагонными явлениями, которые, по-видимому, и являются основным фактором появления охвостьев такого типа. Стгонные течения, используя ложбины между фестонами, приобретают струйный характер и, выходя на мелководье, сгребают песок в узкие гряды по направлению своего движения. Над этими грядами близ уреза происходит постоянное забурунивание волн, а иногда гребешки гряд видны над водой при ее низком уровне.

Таким образом, благоприятные уклоны подводного склона, соответствующий угол подхода волны при определенном направлении ветра и развитие стгонно-нагонных явлений – все это влияет на образование указанного типа фестонов. Изменение какого-либо из параметров приводит к исчезновению этих форм. Так, на описанном участке существование фестонов такого типа продолжалось в течение 3–4 лет, однако во время полевых исследований в один из последних сезонов столь ярко выраженных фестонов не наблюдалось. Длительное (многолетнее) сохранение фестончатых форм на этом берегу связано, по-видимому, с малой изменчивостью гидродинамических условий в лагуне.

Заливные берега. Куршская коса. Вдоль берегов Куршского залива весьма часты искусственные посадки тростниковой растительности для смягчения волнового воздействия на берег. Поэтому пляжевые фестоны встречаются здесь гораздо реже, чем в Вислинском заливе. Одним из участков их развития является берег в районе пос. Морское, где фестоны неоднократно фиксировались во время полевых работ.

Как известно [21], в 1990-е гг. здесь проводились масштабные работы по искусственному намыву крупной дамбы-пересыпи для защиты от размыва берегов вдоль поселка. Работы были остановлены в 1997 г. При обследовании этого участка в 2003 г. нами было обнаружено, что береговая линия пляжа перед намывной дамбой осложнена серией удивительно остроконечных песчаных выступов, длиной примерно 2–3 м. По легкому забуруниванию воды можно было предположить, что эти выступы имеют продолжение на подводном береговом склоне.

В 2005–2007 гг. система этих выступов обозначилась еще более четко и была хорошо видна на снимках, сделанных с вершины соседней высокой дюны Эфа (рис. 3). При этом стали хорошо видны продолжения выступов на подводном склоне в виде узких, длинных (десятки метров) гряд, перпендикулярных берегу. На некоторых снимках, захватывавших, вероятно, моменты ветрового стгона, гребни этих гряд выступали из-под воды, образуя в плане своеобразную “гребенку”.

По своему облику и происхождению эти формы рельефа, по-видимому, аналогичны пляжевым фестонам Вислинского залива. Они также связаны с совместным действием волнения и стгонно-нагонных течений на подводном склоне с наиболее благоприятными уклонами. Возможно, такие уклоны сформировались на описываемом участке в процессе искусственного намыва дамбы. Наметившиеся на искусственном аккумулятивном берегу волновые фестоны быстро преобразовывались нагонными течениями, которые наследовали и разрабатывали межфестонные ложбины. Во время понижения уровня воды при



Рис. 3. Общий вид искусственной пересыпи у пос. Морское (Google, 2007)

искусственной дамбы остался лишь узкий перешеек (~10 м). Серия батиметрических профилей (рис. 4), выполненных в 2011 г. силами местного объединения Балтберегозащита, свидетельствует, что на расстоянии до 500 м от уреза средние уклоны подводного склона составляют около 0.003–0.005 (т. е. тот же порядок, что и в Вислинском заливе), причем в аккумулятивную фазу искусственного намыва берега эти уклоны, возможно, были еще меньше. Однако в приурезовой зоне (в пределах 100 м от уреза) уклоны резко возросли и составляют в настоящее время 0.01, благоприятствуя активному размыву искусственной дамбы, ее бывшего пляжа и пляжевых фестонов. Более мелкие фестоны того же типа встречаются и на других участках побережья Куршского залива, в том числе и в его литовской части. Примером могут служить многочисленные фестоны на заливном берегу в районе Ниды (рис. 5).

Морские берега Куршской и Вислинской кос. Фестоны на морском берегу существенно отличаются от лагунных по морфологии. Иные уклоны подводного склона и параметры волнения, иной осадочный материал и угол подхода волн к берегу создают особые условия для формирования мезорельефа морского пляжа. Так, в створе с описанными выше фестоны на 23 км Вислинской косы, на берегу моря фестоны имеют более привычный облик (рис. 6). Это крупные формы с плавными очертаниями и закругленными вершинами. Такого рода формы приходилось регулярно наблюдать и на Куршской косе. Расстояния между выступами достигали иногда 100 м и более (до 130 м). Охвостья их широкие (на ширину фестонов), длина 20–30 м, т. е., в отличие от залива, они

ветровых стогах фестоны вытягивались сгонными течениями, образуя длинные гряды в полном соответствии с высказываниями В.П. Зенковича [14]. Следовательно, как и в Вислинском заливе, описываемые формы рельефа имеют эрозионно-аккумулятивный характер.

В 2008–2010 гг. отмеченные формы практически полностью исчезли в связи с нарастанием общего размыва этого участка: изменились уклоны подводного склона, а от

протягиваются сравнительно недалеко и скрыты под водой. На представленном снимке охвостья изгибаются по направлению действия волновых течений, придавая подводному продолжению ложбин между фестоны изогнутые очертания. Эти ложбины протягиваются в море иногда до 60 м и имеют замкнутый контур благодаря наличию отсыпи, замыкающей их с моря.

На морском берегу, в отличие от лагун, фес-

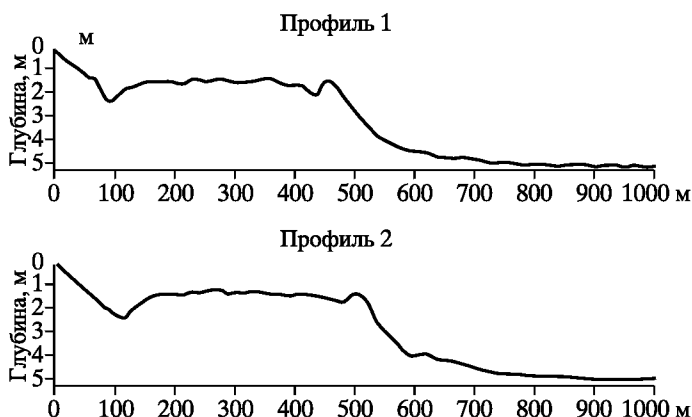


Рис. 4. Профили подводного склона у пос. Морское, 2013 г.

тоны существуют сравнительно непродолжительное время в связи с большей подвижностью и изменчивостью морской среды. Некоторые из них “живут” всего лишь порядка нескольких часов. Например, по нашим наблюдениям, довольно крупные фестоны Куршской косы, возникшие в фазу затухания шторма, прекратили свое существование через 8 часов. Размеры фестонов могут быть разными: от мини-форм длиной не более метра до мега-выступов длиной в десятки метров. Возможно, крупные фестоны-выступы более живучи и способны перемещаться вдоль берега, тем самым, то увеличивая, то сокращая ширину пляжа.

Фестоны на морском берегу Куршской и Вислинской кос относятся, по терминологии В.П. Зенковича, к аккумулятивным формам, остроугольные эрозионные формы для этих берегов не характерны.

Заключение

Несмотря на обилие работ, посвященных пляжевым фестонам и объясняющих гидродинамические особенности волнового потока в приурезовой зоне, механизм регулярности фестонов, т.е. физические процессы, отвечающие за ритмичность и расстояние между фестонами, до сих пор еще не ясны. Возможно, правы те авторы [15, 16], которые, опираясь на обширные лабораторные и полевые исследования на озерных и морских побережьях, как в спокойных, так и в штормовых условиях, считают, что нельзя поддерживать только одну из гипотез. Вероятно, образование фестонов происходит как благодаря действию краевых волн, так и в результате взаимосвязи между дальностью волнового заплеска и характером отложений, слагающих пляж. На сегодняшний день ясно, что размеры и тип фестонов варьируют в зависимости от состава слагающего пляж материала, крутизны береговой зоны и характера волнения, а следовательно, и от длины заплеска волны. Образуются эти формы при определенных сочетаниях перечисленных параметров в результате комбинации аккумулятивных и абразионных процессов.



Рис. 5. Пляжевые фестоны на берегу Куршского залива в районе Ниды, Литва, 2012 г. (фото Е.Н. Бадюковой)



Рис. 6. Пример пляжевых фестонов на морском берегу кос (Google, 2010)

Это доказывается представленным в данной статье сравнительным материалом по изучению разного рода пляжевых фестонов на лагунных и морских песчаных берегах Куршской и Вислинской кос. Этот материал наглядно свидетельствует, что на лагунных берегах формирование пляжевых фестонов вполне возможно и регулярно возобновляется при восстановлении благоприятных условий. Своеобразие этих условий, в том числе наличие сгонно-нагонных колебаний уровня лагуны, приводит к развитию особого типа остроугольных фестонов с длинными охвостами на подводном склоне. Для морского побережья с его более крутыми уклонами подводного склона и с более активной волновой энергией такие фестоны не характерны.

В целом, высказывания В.П. Зенковича 1948 и 1962 гг. [1, 13] остаются актуальными и в наши дни: “Во многих случаях мы еще не можем объяснить самого механизма ритмических процессов, к которым, в частности, относится и образование пляжевых фестонов. Пока невозможно установить механизм первичного возникновения фестонов, но физический смысл происходящих явлений уяснить обычно удастся. Рельеф пляжевых фестонов, по-видимому, представляет собой поверхность, обеспечивающую наименьшую концентрацию энергии при столкновении прибойного потока и противотечения с пляжа” [13, с. 268].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зенкович В.П. Наблюдения над образованием “пляжевых фестонов” // Тр. Ин-та океанологии. 1948. Т. 22. С. 35–42.
2. Гурьева З.И. К вопросу изучения пляжевых фестонов с помощью радиометодов // Тр. лаборатории аэрометодов. 1955. Т. 4. С. 140–143.
3. Егоров Е.Н. Наблюдения над пляжевыми фестонами // Тр. Ин-та океанологии. 1953. Т. 7. С. 117–125.
4. Сафьянов Г.А. Геоморфология морских берегов. М.: Изд-во МГУ, 1996. 400 с.
5. Johnson D.W. Beach cusps // *Bul. Geol. Soc. Amer.* 1910. V. 21. P. 599–624.
6. Evans O.F. The classification and origin of beach cusps // *Journ. Geology.* V. 46. P. 615–627.
7. Almar R., Coco G., Bryan K.R. et al. Video observations of beach cusp morphodynamics // *Marine Geology.* 2008. V. 254. P. 216–223.
8. Coco G., O'Hare T.J., Huntley D.A. Beach cusps: a comparison of data and theories for their formation // *Journ. of coastal research.* 1999. V. 15. № 3. P. 741–749.
9. Masselink G. Alongshore variation in beach cusp morphology in a coastal embayment // *Earth Surf. Processes Landf.* 1999. V. 24. № 4. P. 335–348.
10. Tsugio S. A predictive relationship for the spacing of beach cusps in nature // *Coastal Engineering.* 2004. V. 51. P. 697–711.
11. Inman D.L., Guza R.T. The origin of swash cusps on beaches // *Mar. Geol.* 1982. V. 49. P. 133–148.
12. Kuenen P.H. The formation of beach cusps // *Journ. geol.* 1948. V. 56. P. 34–40.
13. Зенкович В.П. Основы учения о развитии морских берегов. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 710 с.
14. Зенкович В.П. Влияние приливов на элементы профиля морского берега // *Вопр. географии.* 1954. Сб. 36. С. 36–52.
15. Coco G., Murray A.B. Patterns in the sand: From forcing templates to self-organization // *Geomorphology.* 2007. V. 91. P. 271–290.
16. Allen J.R., Psuty N.P., Bauer B.O., Carter R.W.G. A field data assessment of contemporary models of beach cusps formation // *Journ. of coastal research.* 1996. V. 12. № 3. P. 622–629.
17. Seymour R.J., Aubrey D.G. Rhythmic beach cusp formation: a conceptual synthesis // *Marine Geology.* 1985. V. 65. P. 289–303.
18. Holland K.T., Holman R.A. Field observations of beach cusps and swash motions // *Marine Geology.* 1996. V. 134. P. 77–93.
19. Werner B.T., Fink T.M. Beach cusps as self-organized patterns // *Science.* 1993. V. 260. P. 968–971.
20. Бадюкова Е.Н., Жидарев Л.А., Лукьянова С.А., Соловьева Г.Д. Геолого-геоморфологическое строение Балтийской (Вислинской) косы // *Океанология.* 2011. Т. 51. № 4. С. 1–8.
21. Бадюкова Е.Н., Жидарев Л.А., Лукьянова С.А., Соловьева Г.Д. Особенности современной динамики лагунных берегов Куршской косы, юго-восток Балтики // *Создание искусствен-*

Поступила в редакцию 05.02.2014

BEACH CUSPS ON THE ACCUMULATIVE COASTS IN THE SOUTH-EAST OF THE BALTIC SEA

E.N. BADYUKOVA, L.A. ZHYNDAREV, S.A. LUKYANOVA, G.D. SOLOVIEVA

Summary

The existing hypotheses of beach cusps development are considered. Their formation is the combined action of the beach abrasion and accumulation processes depending on the bottom slope, bottom sediments, and wave parameters. In recent decades, there are active debates about the origin of cusps. However, none of the hypotheses fully explains the mechanism of their formation. Thence the existing of some yet poorly explored hydrodynamic processes near the water edge having a significant impact on the cusps formation is supposed. A dynamic equilibrium of the beach at given seaway and the presence of rhythmic splash having sufficient force to move sediments of a given fineness are the main factors of the cusps formation. It apparently depends also on the type of wave breaking. Thus, the emergence of the cusps, their sizes and wave step are directly dependent on local morphodynamic parameters.

Scalloped landforms are well represented along the shores of the Curonian and Vistula spits at the South-East Baltic Sea, and they are particularly unique in the lagoon shores. The combination of wind effected phenomena and wave action with of certain slopes of the coastal zone, leads to the development of a special type of acute-angled cusps with long “rumps” on the underwater slope. Long-term observations show that the cusps formation on the lagoon shores is quite possible and regularly re-starts under favorable conditions. At the spit shores different underwater slope parameters and seaway conditions lead to the development of the cusps significantly different from the lagoon’s ones. They are mainly the large forms with smooth contours and rounded tops.

УДК 551.435.162(470-25)

© 2014 г. Т.С. ДАЙКОВСКАЯ

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОВРАЖНОЙ СЕТИ НА ТЕРРИТОРИИ НОВОЙ МОСКВЫ¹

Географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва; daykovskaya@mail.ru

Введение

С 1 июля 2012 г. за счет присоединения к Москве юго-западного сектора Московской области территория города увеличилась на 148 тыс. га (в 2,39 раза), составив 255 тыс. га. Новая территория Москвы протягивается до границы с Калужской областью и включает в себя Новомосковский и Троицкий административные округа (рис. 1).

При освоении новых территорий становится весьма актуальной задача изучения современной овражности в пределах водосборов верхних звеньев гидрографической

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 13-05-00211), программы поддержки научных исследований, проводимых научными школами РФ (НШ-79.2012.5) и программы поддержки молодых ученых географического факультета МГУ.