

УДК 551.435.3(470.26)

РАЗВИТИЕ БАРЬЕРНО-ЛАГУННЫХ СИСТЕМ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ БАЛТИКИ

© 2008 г. Е. Н. Бадюкова, Л. А. Жиндарев, С. А. Лукьянова, Г. Д. Соловьева

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, географический факультет
e-mail: badyukova@yandex.ru*

Поступила в редакцию 19.03.2007 г., после доработки 20.09.2007 г.

Рассматривается геологическое строение и история развития крупных барьерно-лагунных систем юго-восточной Балтики – Куршской и Вислинской кос. Делается вывод о схожести в целом истории их развития. Геологическое и геоморфологическое строение имеют некоторые различия, в частности на Вислинской косе параметры форм рельефа меньше. Проведенный гранулометрический анализ осадков косы показал, что эоловый песок, за исключением пляжей и низких лагунных террас, составляет все формы рельефа кос вплоть до уреза и ниже, до –2 м абс. Следовательно, эоловые формы на приморской равнине начали формироваться, когда уровень моря был еще примерно на 4 метра ниже современного. В дальнейшем они уже не подвергались переработке волнами, т.е. начиная с этого момента, шло лишь последовательное накопление эолового материала и наращивание в высоту этих аккумулятивных образований. Подъем уровня моря приводил к размыву лишь на берегах кос со стороны моря и залива, но при этом способствовал усиленному выносу эолового материала в глубь суши.

Юго-восточное побережье Балтийского моря осложнено такими крупными аккумулятивными барьерами, как Куршская и Вислинская косы, которые отчленяют от моря два одноименных полузамкнутых залива с особым, характерным для них гидродинамическим режимом. Анализ и обобщение опубликованных и фондовых материалов по геолого-геоморфологическому строению рельефа барьеров и сопряженных с ними заливов, а также натурные наблюдения последних лет обозначили ряд нерешенных вопросов голоценовой истории этого района, требующих уточнений и дополнений.

Безусловно и очевидно, что образование и дальнейшее развитие этих крупных аккумулятивных форм находятся в прямой зависимости от изменений уровня моря, в прибрежной зоне которого они располагаются. Значительные сложности и разночтения при формировании единого взгляда на историю юго-восточной Балтики создает отсутствие единой стратиграфической схемы голоцена на этот регион, поэтому у отдельных трансгрессивных этапов нет четких временных привязок. Большинство исследователей сходятся во мнении о неоднократности колебаний уровня моря в ходе голоценовой, т.н. литориновой, трансгрессии Балтийского моря, начало которой приходится на время около 8000 лет назад, а уровень моря на этот момент, по различным данным, располагался на абс. отметках от –20 до –40 м [3]. С точки зрения отечественных и зарубежных авторов голоценовая и постголоценовая история Балтики насчитывает три или четыре выраженных пика литориновой трансгрессии и четыре положительных последилиториновых. Составлена таблица и совмещенный график кривых колебаний уровня Балтийского моря в голоцене [1]. На кривых, характеризующих тектонически стабильные участки побережий

(Польши, Германии, Дании), фиксируется серия регулярных осцилляций с амплитудой около 1 м.

Таким образом, оформление рельефа береговой зоны юго-восточной Балтики в его современном виде происходило под влиянием колебаний уровня моря на фоне литориновой трансгрессии. Куршская и Вислинская косы представляют собой в целом аналогично построенные аккумулятивные формы типа пересыпей, а отчлененные ими заливы рассматриваются как сопряженные с ними лагуны. Формирование таких барьерно-лагунных систем происходило, по-видимому, одновременно и приурочено к периоду голоценового оптимума.

Большая часть юго-восточного побережья Балтийского моря к началу голоценовой трансгрессии представляла собой обширные дельтовые равнины Немана, Вислы, Преголи и других более мелких рек. По геологическим данным, они занимали южную часть Гданьского залива, весь Вислинский залив и большую часть Куршского. Доголоценовая анциловая регрессия, вызвавшая понижение базиса эрозии, способствовала накоплению огромного количества материала в береговой зоне в виде песчано-галечных дельтовых отложений. По данным НСП, на взморье перед современным устьем Вислы на глубинах порядка 30 м оконтуривается древняя дельта с мощностью отложений до 40 м [9]. Таким образом, край дельтовой равнины, находившийся значительно мористее современной береговой линии, с началом мощной и быстрой трансгрессии (до 65 мм в год в первую ее фазу) испытывал усиленную волновую переработку, выразившуюся, прежде всего, в его выравнивании. Это вызвало формирование серии береговых баров на краю этой равнины, чему способствовало обилие аллювиального материала и

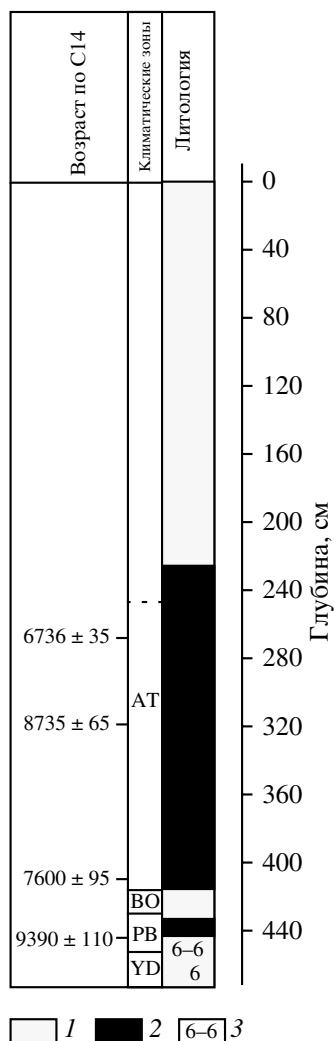


Рис. 1. Отложения Вислинского залива, по [4].

1 – лагунные илы, 2 – торф, 3 – озерные илы с пресноводными раковинами моллюсков. Климатические зоны: YD – поздний дриас; PB – пребореал; BO – бореал; AT – атлантика.

эффект активного волнового воздействия на открытый берег.

На фоне постоянного повышения уровня моря в голоцене, с более или менее значительными его колебаниями, формирование и последующее затопление баров и сопряженных с ними лагун происходило, по-видимому, неоднократно не только на описываемом побережье, но и на других берегах мира. Очевидно, что именно возникновение серий трансгрессивных баров у края дельтовой суши перед устьями крупных прарек юго-восточной Прибалтики дало начало образованию современных аккумулятивных форм этого региона – Куршской и Вислинской кос, отчленивших два одноименных залива на месте подтопленных низовьев рек. Это подтверждается характером отложений, вскрытых скважинами в акваториях заливов [1]. Так, под современными донными осадками в Куршском заливе прослеживаются отло-

жения озерно-болотного, либо аллювиально-дельтового комплексов. Исключением является северная часть залива, которая на ранних этапах его развития представляла открытую морскую акваторию [6]. Что касается Вислинского залива, то по данным польских исследователей, в частности, Богачевич-Адамчак [4], непосредственно под илистыми осадками залива также залегают субэральные озерно-болотные отложения (рис. 1).

В одну из первых стадий литориновой трансгрессии береговая линия Балтийского моря располагалась в глубине суши по сравнению с современной. Так на польском побережье она выявлена в ряде мест скважинам, расположенными на 10 км [12], а на Лебской пересыпи – на 3 км южнее современной [10]. На Куршской косе в это же время береговая линия моря, вероятно, также располагалась юго-восточнее, по сравнению с современным ее положением. Необходимо подчеркнуть, что гипсометрическое положение побережья на то время было более низким из-за отсутствия на дельтовой равнине толщ позднее накопившихся аллювиальных осадков. Поэтому береговая линия того времени отмечается ниже современного ее положения и фиксируется лишь по кровле соответствующих отложений, вскрытой бурением на отметках от –2 до –7 м [1].

Наиболее выраженным отличием Куршской и Вислинской кос является разница в их размерах и параметрах различных геоморфологических элементов. Причины этого, возможно, кроются в количестве и распределении масс аллювиального материала на подводном склоне описываемого побережья к началу литориновой трансгрессии. Если при формировании барьерной формы Куршской косы использовался огромный объем песчаных аллювиальных осадков мощной прадельты Немана, тогда как основной объем наносов Вислы был сосредоточен западнее и был источником построения косы Хель и Лебской пересыпи, расположенных за пределами Гданьского залива [9]. Выносы Преголи были, по-видимому, не столь мощными, что ограничивало количество обломочного материала при строительстве Вислинской косы.

Дальнейшая эволюция этих двух крупных аккумулятивных форм имеет много общего. Главным является то, что оформление их в современном виде связано, прежде всего, с последующими колебаниями уровня моря, четко фиксирующимися в продольно-зональном строении кос. При этом основное увеличение площади барьерных форм происходило в регрессивные периоды в результате формирования широких равнин “пальве”, являющихся, по сути, регрессивной террасой, осложненной сериями низких авантюнов. Скорее всего, наиболее оптимальным временем для этих процессов был период среднего голоцена (5.5–6.5 тыс. л. н.), когда скорость подъема уровня моря уменьшилась, а количество и крупность песчаного материала в береговой зоне достигли оптимальных величин для его эоловой переработки. Анализ современного рельефа кос позволяет отметить следы, по крайней мере, смен трех различ-

ных режимов моря в истории их развития. Именно чередование продольно вытянутых дюнных формирований и разделяющих их более низких равнин пальве отражает в рельефе кос трансгрессивно-регрессивные колебания уровня моря.

На Куршской косе предположительно фрагментами некогда единой наиболее древней дюнной цепи являются обособленные эоловые массивы, приуроченные, главным образом, к поверхности песчаных мысов, осложняющих берег косы со стороны залива ("рагасов"). Эти отдельные дюны в плане расположены параллельно оси главной дюнной гряды и, в целом, общему простираению косы. Можно предположить, что значительная часть этой гряды к настоящему времени размыта, особенно в юго-западном, наиболее абрадируемом участке косы. В центральной части косы и далее на северо-восток массивы древних дюн сохранились лучше.

Результаты работ польских исследователей на среднем и западном отрезках Вислинской пересыпи выявили присутствие нескольких генераций дюн разного возраста и морфологии [12]. Самые древние из них – это отдельные относительно высокие (до 10 м) дюны, наиболее удаленные от современной береговой линии, затем, по направлению к морю прослеживаются низкие гряды "коричневых дюн" с хорошо развитой ожелезненной подзолистой почвой. Они удалены от современной береговой линии на расстояние около 2 км и имеют субширотное простираение. В толще эоловых накоплений, под 2-х метровым слоем песка встречаются отдельные прослои палеопочв, возраст которых составляет 1210 ± 60 л. Это генерация авандюн расположена на наиболее древней регрессивной поверхности "пальве" (рис. 2).

Следующая генерация дюн – это гряда наиболее высоких эоловых массивов (более 30 м) имеет несколько иную ориентировку – 75–85°. Это "желтые дюны" с глубокими котловинами выдувания и с плохо развитой почвой. От последующей, более молодой генерации дюн, они также отделены "пальве", с серий авандюн на ее поверхности, а также вытянутыми вдоль косы пониженными заболоченными участками.

И, наконец, последняя генерация – современные авандюна и дюнный вал. Это "белые дюны", почти лишенные почвенного покрова и ориентированные вдоль современной береговой линии. Таким образом, в процессе образования косы вместе с изменением положения уровня моря формировались разные генерации дюн. На российской территории Вислинской косы наиболее древние и относительно высокие дюны первой генерации, а также низкие гряды "коричневых" дюн отсутствуют, будучи, по-видимому, размытыми водами Вислинского залива. Сохранность этих форм на польском побережье объясняется тем, что они расположены западнее Вислинского залива и примыкают непосредственно к дельтовой равнине Вислы (рис. 2).

Учитывая то, что направление эолового дюнного вала или серии авандюн должно совпадать с на-

правлением береговой линии на момент их формирования, из приведенного анализа можно сделать вывод, что ориентировка берега испытывала некоторые изменения во время образования рассмотренных аккумулятивных барьеров.

На Куршской косе также проявляется поэтапность развития и моделирующих ее эоловых форм рельефа, что подтверждается двухъярусным строением высокой дюнной гряды, наличием в толще песков нескольких горизонтов погребенных почв [6], а также аналогичным набором геоморфологических элементов в рельефе.

В песчаных отложениях как Куршской, так и Вислинской кос присутствуют останцы более древних поверхностей. На Куршской косе – это моренные массивы. У п. Рыбачий моренные отложения последнего оледенения (балтийский горизонт) образуют равнину на высоте 3–7 м. Эта же морена составляет мыс Вентес-Рагас на восточном побережье Куршского залива, а также мыс Острый на южном его берегу. Ее отложения представлены большей частью супесью (85%), наполненной обломками преимущественно изверженных пород. В районе п. Лесное морена имеет более древний возраст (т.н. курземская морена) и характеризуется глинистым составом, с включениями обломков осадочных пород. На ней залегают озерные или флювиогляциальные отложения [5], которые и составляют самую южную часть косы, обнажаясь в береговом уступе на значительном протяжении. Таким образом, этот отрезок Куршской косы не является, по сути, частью аккумулятивного барьера, а представляет собой выступ лимногляциальной приморской равнины, сохранившийся от размыва как морскими волнами, так и волнами залива.

Присутствие в теле косы моренных останцов позволяет предполагать, что к моменту начала литориновой трансгрессии данная территория представляла собой невысокую дельтовую равнину, осложненную моренными возвышенностями, сохранившимися от размыва анциловым озером, отложения которого вскрываются во многих скважинах под литориновыми осадками. Основной ареной аккумуляции последних явились многочисленные заливы между выступами моренного фундамента, куда и ингрессировали морские воды. Именно от степени изолированности и обводненности заливов значительно зависела литологическая характеристика аккумулирующихся в них осадков (песков, илов, сапропелей, торфов и т.д.). Одновременно происходила абразионная переработка моренных выступов, нивелировка рельефа и выравнивание береговой линии. Большую роль в этом процессе играли возникающие при этом трансгрессивные бары, отчленяющие лагуны на затопленных участках низменной суши. Такая ситуация имела место и в юго-западной части Куршской косы, к которой была приурочена устьевая область р. Дейма. Лагунные илы и остатки затопленного леса и сейчас обнажаются на морском дне северо-восточнее г. Зеленоградск [3].

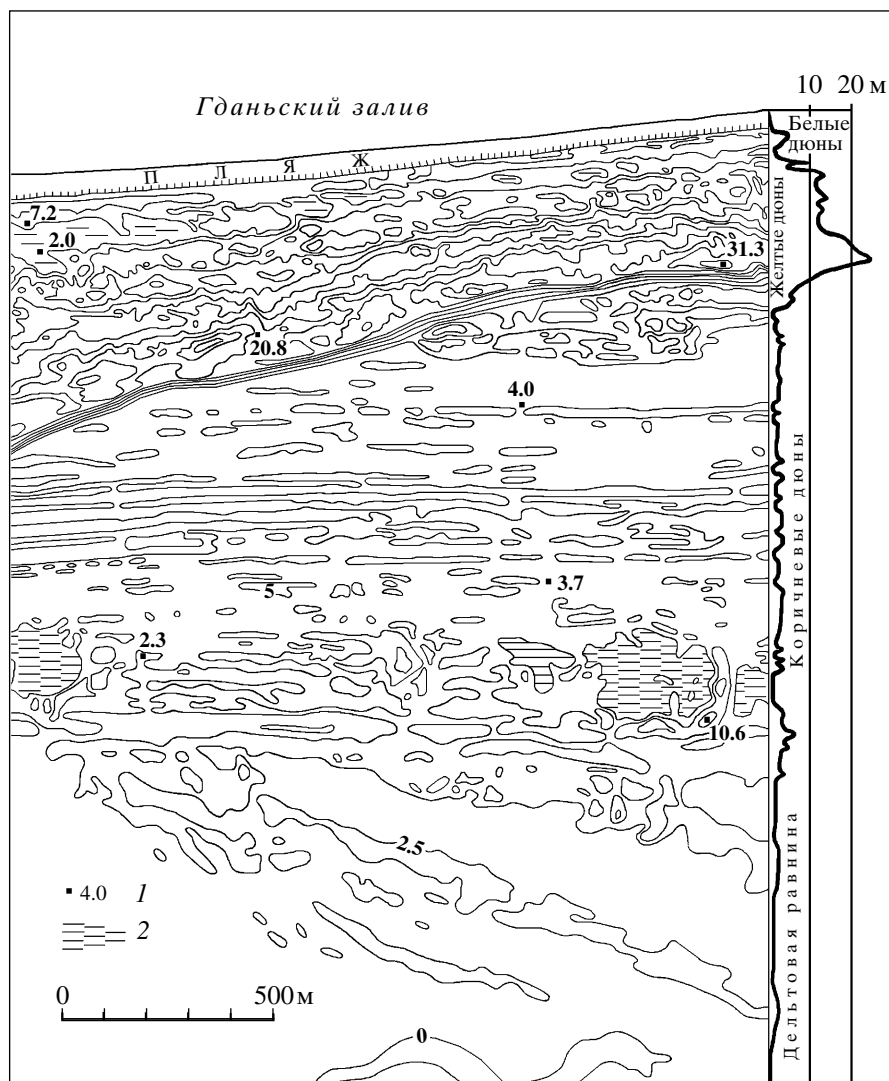


Рис. 2. Генерации разновозрастных дюн на польской территории Вислинской косы, по [12].
1 – абсолютные высоты, 2 – заболоченные территории.

На 23-м км Вислинской косы фрагмент древней террасовидной поверхности высотой около 3 м, уступом обрывающейся к заливу. Верхняя часть уступа сложена бурыми пресноводными призматически-оскольчатыми илами, мощностью около 1 м, по-видимому, озерного, либо аллювиально-дельтового генезиса. Внутри илов встречаются скопления крупных пресноводных раковин, виды которых типичны для мелководных бассейнов – *Viviparus viviparus*, *Unio pictorum*, *Bithynia tentaculata*, etc. В илах обнаружены также диатомовые водоросли, доминируют виды, характерные для пресноводных вод, но встречаются в небольшом количестве и солоноватоводные виды, что указывает на влияние морских вод [8].

С четким контактом илы залегают на толще песков желто-оливкового цвета, среднезернистых, хорошо сортированных, в которых малакофауна от-

сутствует. Видимая мощность этих песков до уреза залива около 2 м. Пески залегают *in situ*, что подтверждается их ненарушенной текстурой. Согласно споропыльцевым исследованиям пески отлагались в позднем суббореале – ранней атлантике, доминировали сосна и ольха, были широко распространены широколиственные деревья.

Северо-восточнее данного разреза, описываемые илы вскрываются на урезе залива, образуя глинистый бенч, а также обнажаются в ряде мест на дне залива. По-видимому, плотные илистые отложения прослеживаются глубже и выстилают местами дно Вислинской лагуны. Материалы сейсмоакстического профилирования и данные бурения дна залива [11] показали, что под слоем неконсолидированных глинистых алевритов позднеголоценового и современного возраста идет сильно отражающая поверхность, отделяющая верхние лагунные осадки от кон-

солидированных озерных отложений с раковинными прослоями.

На другом участке Вислинской косы (п. Коса) древние отложения, принимающие участие в ее строении, представлены песками, возможно, флювиогляциального или аллювиально-дельтового происхождения с включениями темно-коричневых суглинков и гравийно-галечного материала. Природа этих включений может быть связана с размытием близлежащих моренных останцов. Описываемые отложения прослеживаются в морском клифе у п. Коса до высоты около 4 м абс. К северо-востоку кровля их у старого немецкого форта понижается до 2 м. В противоположном направлении, примерно через 2 км они резко выклиниваются и замещаются эоловыми песками, формирующими мощный дюнный вал с прислоненной авандюной.

Что касается геоморфологического строения кос, то оно идентично, за исключением нескольких меньших размеров Вислинской косы в целом и некоторых ее геоморфологических элементов в частности. Со стороны моря обе косы оконтурены широким песчаным пляжем (до 30–40 м в их средней части). Непосредственно за пляжем расположена область современной эоловой аккумуляции, состоящая из нескольких генераций эоловых форм. Их присутствие отражает высокую обеспеченность береговой зоны песчаным материалом, подаваемым к урзу волнами. На участках дефицита наносов происходит деградация авандюн. На Куршской косе такой довольно протяженный участок приурочен к ее юго-западной части. На Вислинской косе аналогичная ситуация наблюдается в ее северо-восточной оконечности, правда, здесь она создана антропогенным вмешательством.

За авандюнами протягивается прибрежный дюнный вал. На Куршской косе он представляет собой единую, мощную песчаную гряду, в значительной степени созданную искусственно. На Вислинской косе, напротив, этот элемент рельефа образован в основном естественными эоловыми аккумулятивно-дефляционными процессами. Поэтому он более сложно построен, состоит из двух песчаных гряд, разделенных понижением из слившихся дефляционных котловин. Четко выражены параболические дюны, образующие в результате продвижения их в глубь суши вторую внутреннюю дюнную гряду.

Непосредственно за валом в пределах обеих кос прослеживается частично заболоченное, узкое лагунообразное понижение, связанное, по-видимому, с одним из последних повышений уровня моря. На Вислинской косе оно местами перекрыто активно продвигающимися в глубь суши параболическими дюнами. На Куршской косе описываемое понижение располагается значительно ближе к морскому берегу, часто непосредственно за дюнным валом.

Осевые части кос занимают слабо всхолмленные песчаные равнины “пальве”, отделенные от акваторий заливов мощной высокой дюнной грядой. Высота его на Куршской косе составляет 60 м и более при общей протяженности около 70 км. Значительная

часть дюн не имеет здесь сплошного растительного покрова, а их подветренные склоны под углом естественного откоса песка спускаются к призаливной равнине “пальве” или непосредственно к заливу. На Вислинской косе высота основного дюнного пояса около 30 м, дюны закреплены растительностью, поэтому разрушение их со стороны залива происходит путем отседания отдельных крупных залесенных блоков.

Фрагментарно на участках кос, прилегающих к заливам, между и перед дюнными массивами прослеживается еще один более древний уровень “пальве”, образующий, в частности, поверхности мысов — “рагас”. Непосредственно вдоль заливных берегов в пределах обеих кос эпизодически отмечаются молодые террасы примерно одинаковой высоты, не превышающей 1.5 м, и неширокие пляжи. В настоящее время эти террасы освоены растительностью, на многих участках они размываются, о чем свидетельствуют невысокие уступы размыва. Повсеместное присутствие фрагментов этих террас указывает на незначительное (около 0.5 м) превышение уровня моря в недалеком прошлом.

В формировании вышеперечисленных элементов современного рельефа кос огромное значение имеют эоловые процессы. Исключение составляют морской и заливный пляжи, а также низкая призаливная терраса, сформированные гидрогенными факторами (рис. 3а–3в). Проведенный нами гранулометрический анализ образцов песка, характеризующих другие геоморфологические зоны барьерных форм, показал, что все они, включая “пальве”, вплоть до уровня грунтовых вод и ниже сложены эоловыми песками [1].

Для более наглядной иллюстрации полученных данных построены диаграммы, показывающие соотношение гранулометрического состава различных осадков. За эталон типично эоловых песков были взяты образцы из авандюн, дюнного вала и высоких дюн. Как видно из приведенных диаграмм, эоловые пески сосредоточены в верхней части треугольника, где доминирует фракция 0.5–0.25 мм (рис. 3а, 3в). Диаграммы, характеризующие распределение фракций в образцах “пальве”, показывают идентичность этих песков эоловым (рис. 3б, 3в).

В отличие от последних, отложения пляжей не имеют столь хорошей сортированности, и их распределение по фракциям носит существенно иной характер (рис. 3б, 3в). Так, на морском пляже присутствуют как среднезернистые, так и крупнозернистые фракции (надо принять во внимание, что на диаграммах не учитывались включения гальки в пляжевый материал, что, несомненно, дало бы еще большие расхождения).

Осадки пляжей залива также отличаются как от эоловых, так и от осадков “пальве”, что хорошо иллюстрируется диаграммами (рис. 3б, 3в). В отличие от эоловых осадков, пески пляжей залива, напротив, более мелкозернистые, в ряде образцов пески присутствуют во фракции меньше 0.25 мм, благодаря заилению осадков в приурезовой полосе. В некото-

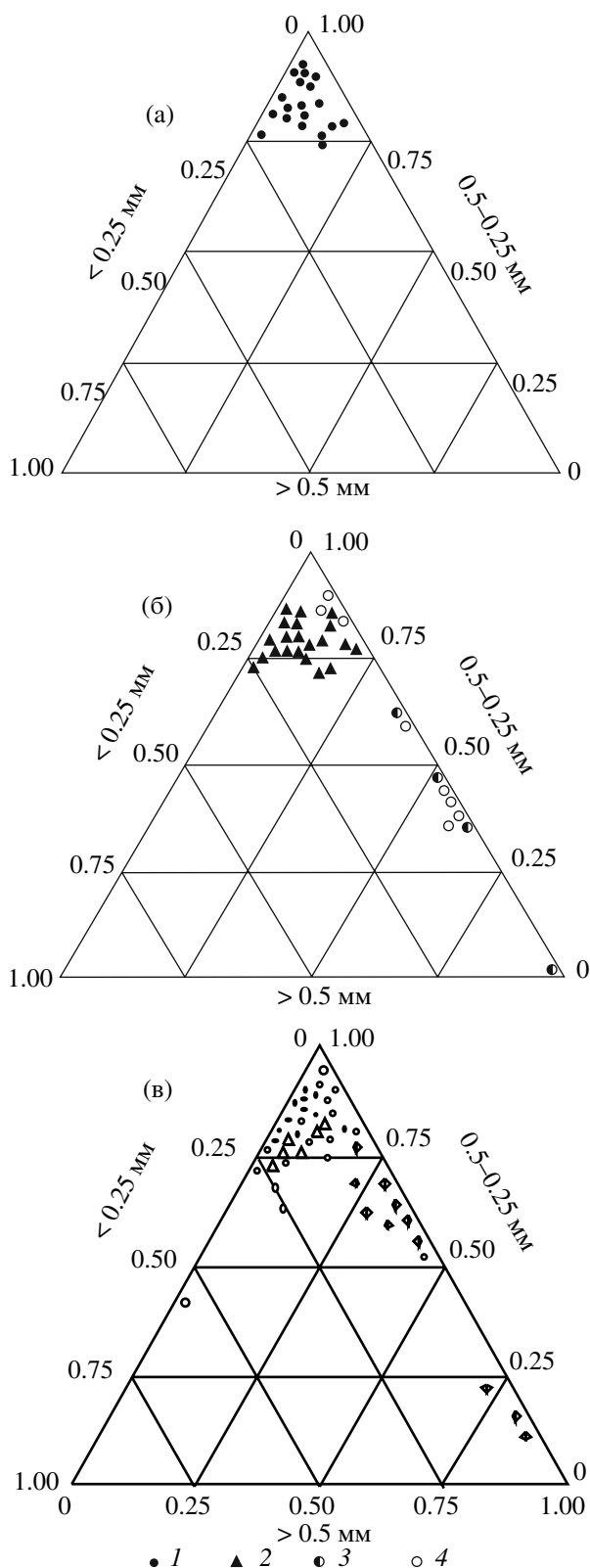


Рис. 3. Сопоставление гранулометрического состава песчаных осадков Куршской и Вислинской кос. (а) – золотые пески Куршской косы; (б) – осадки пляжей и “пальве” Куршской косы; (в) – осадки пляжей и “пальве” Вислинской косы.

1 – золотые пески, 2 – пески “пальве”, 3 – осадки морских пляжей, 4 – осадки пляжей заливов.

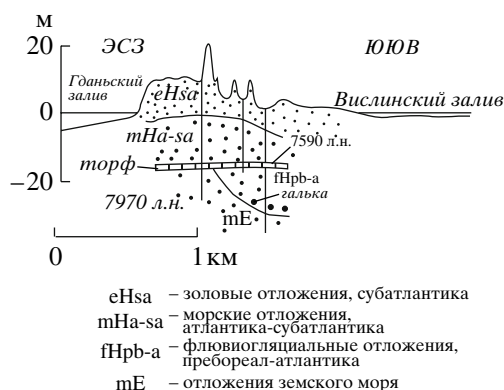


Рис. 4. Поперечный профиль через Вислинскую косу, по [13].

рых образцах песков лагунного пляжа, там, где высокие дюны подходят непосредственно к заливу, на узких пляжах встречаются пески, размерность которых соответствует эоловой, что объясняется отсутствием волновой переработки материала на момент отбора образцов.

Таким образом, на Куршской косе со стороны лагуны эоловые осадки вскрываются в уступах размыва пальве вплоть до уреза и, судя по данным скважин, прослеживаются до 1.5–2.0 м ниже уровня моря. На Вислинской косе по материалам бурения подошва эоловых отложений, также располагается ниже современного уровня моря [13]. Это хорошо видно на профиле через восточную часть польской территории Вислинской косы в непосредственной близости от границы (рис. 4). То, что эоловый материал не подвергался дальнейшей переработке, подтверждается данными гранулометрического состава. Анализ показал, что как только эоловый материал перерабатывается волнами моря или залива, он теряет свою, типичную для эола, характеристику и не сохраняется. При этом, он приобретает или более грубозернистый характер (при активной волновой переработке со стороны моря), или обогащается алеврито-пелитовым материалом (на берегах залива).

В настоящее время зарождение береговых эоловых форм в исследуемом районе происходит в тыловой части пляжа, что примерно на 2 м выше уреза. Проводя аналогию с современными эоловыми формами, можно предположить, что и ранее формирование эоловых форм происходило в тыловой части пляжа выше уровня моря на ту же величину. Следовательно, присутствие эоловых отложений на отрицательных отметках (до –2 м абс.) говорит о низком положении уровня моря на момент образования этих древних эоловых береговых образований, по крайней мере, на 4 м ниже современного.

Морской берег кос имеет форму плавных выровненных равновесных дуг. Возможно, именно поэтому их размыв с морской стороны не носит катастрофического характера, за исключением юго-западного участка Куршской косы, а также северо-

восточной части Вислинской косы, где абразия спровоцирована антропогенным вмешательством. Береговая линия заливов, в отличие от ровного морского берега кос, изрезана и представляет собой систему сопряженных абразионно-аккумулятивных дуг, соответствующих, по-видимому, положению гидродинамических ячеек в береговой зоне заливов.

В целом, практически на всем протяжении заливного берега российской части Куршской косы наблюдается размыв. Результаты наших сравнений разновременных картографических материалов по лагунному берегу Куршской косы показывают высокий темп его отступления – за последние 100 лет на 300 метров (юго-западнее п. Лесное) [2]. Аналогичная ситуация наблюдается на Вислинской косе. При относительно стабильном положении морского берега, лагунный испытывает деградацию. Так, за последние 10 лет на ряде участков дорогу со стороны залива неоднократно переносили в глубь косы. Натурные наблюдения за динамикой берега в районе самой высокой дюны на косе (дюна Высокая), проведенные Атлантическим отделением Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН, выявили отступление берегового уступа за предшествующие 5 лет примерно на 10 м.

Таким образом, сравнительное изучение геолого-геоморфологических материалов, характеризующих строение Куршской и Вислинской кос и прилегающих заливов, а также собственные полевые наблюдения этих объектов, позволяют утверждать, что создание крупной барьерно-лагунной системы юго-восточной части Балтийского моря имеет единые предпосылки и причины, носящие, по-видимому, глобальный характер. Последледниковая трансгрессия океана преобразовала все его побережья, создав современный их облик. При этом формирование барьерно-лагунных систем протекало в целом по единому сценарию с некоторыми региональными особенностями. Главными общими моментами в истории развития изучаемых нами комплексов являются определяющая и моделирующая роль колебаний уровня моря, влияющих на характер береговых процессов, а также широкое участие эолового фактора в формировании их современного рельефа.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 06-05-64428).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бадюкова Е.Н., Жиндарев Л.А., Лукьянова С.А., Соловьева Г.Д. Геолого-геоморфологическое строение Куршской косы и некоторые этапы истории ее развития // Геоморфология. 2006. № 3. С. 37–48.
2. Бадюкова Е.Н., Жиндарев Л.А., Лукьянова С.А., Соловьева Г.Д. Морфодинамика заливных берегов Куршской косы Балтийского моря // Новые и традиционные идеи в геоморфологии. V Шукинские чтения. М.: Труды МГУ, 2005. С. 208–212.
3. Блажчишин А.И. Палеогеография и эволюция позднечетвертичного осадконакопления в Балтийском море. Калининград: Янтарный сказ, 1998. 160 с.
4. Богачувич-Адамчак Б. Позднеледниковая и голоценовая диатомовая флора в донных отложениях Вислинского залива // Baltica. 1982. V. 7. P. 11–17.
5. Вонсавичюс В.П. Строение четвертичных отложений юго-западной Прибалтики. Вопросы геологии и палеогеографии четвертичного периода Литвы // Тр. Ин-та геологии. 1967. Вып. 5. С. 85–120.
6. Гуделис В.К., Геология и история развития приморских дюн на косе Куршо Нерия // Тр. Ин-та геологии АН Эст. ССР. 1960. Т. 5. С. 305–313.
7. Тепляков Г.Н., Болдырев В.Л. Формирование, состояние и проблемы сохранения ландшафтов Куршской косы // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия. М.: ЭКОС, 2003. С. 20–40.
8. Bitinas A., Boldyrev V., Damusyte A. et al. Anomalously high level of lagoon sediments in the northern part of Vistula spit, Kaliningrad region of Russian federation // Relative sea level changes – from subsiding to uplifting coasts. Gdansk: Poland, 2005. С. 13–14.
9. Ejtmniewicz Zb. Submarine delta of the Wisla River in the Gulf of Gdansk // Baltica. 1982. V. 7. С. 65–74.
10. Kaszubowski L. Middle and late Holocene transgressions of the Baltic sea on the central polish coast // J. of coastal research. 1992. V. 8. № 2. P. 301–311.
11. Levchenko O.V., Podshouveit N.V., Rudenko M.V., Gainanov V.G. High resolution eismoacoustic survey in the Pregolja River and Kaliningrad bay, Southeastern Baltic Sea // Third Workshop LOIRA. Abstracts. M.: IORAS, 2000. P.79–80.
12. Mojski E. Development of the Vistula river delta and evolution of the Baltic sea, an attempt at chronological correlation // Geological Survey of Finland. Special Paper. 1988. V. 6. P. 39–51.
13. Tomczak A., Mojski J.E. et al. Nowe dane o budowie geologicznej Mierzei Wislanej // Kwartalnik Geologiczny. 1988. V. 33. № 2. P. 277–300.

Barrier-Lagoon Systems in the South-East of the Baltic Sea

E. N. Badyukova, L. A. Zhindarev, S. A. Lykianova, G. D. Solovieva

The origin and evolution of Curonian and Vistula spits are compared in the basis of the geological and geomorphological data. The draw a conclusion about the same evolution history of the spits is made. Due to numerous cores the geological structure of the spits and the eolian genesis of sands are discovered. The eolian sands form the most part of the spits to the depth about 2 m under the sea level. It means that the sea level was ca – 4 m when the spits have appeared already.