

УДК 551.435.3(470.26)

ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ БАЛТИЙСКОЙ (ВИСЛИНСКОЙ) КОСЫ

© 2011 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 13.03.2010 г., после доработки 18.10.2010 г.

На примере геолого-геоморфологического строения Балтийской (Вислинской) косы рассматривается вариант развития в голоцене зоны сопряжения суши и моря. Делается вывод о значительной роли эолового фактора в формировании рассматриваемого района. Коса в основном сложена эоловыми песками, за исключением пляжей, призаливной террасы и нескольких останцов более древней дельтовой равнины. Один из них расположен в призаливной части косы у м. Высокий.

Тщательный анализ геоморфологических особенностей и геологического строения крупных барьерных аккумулятивных форм способствует восстановлению истории развития всего побережья. Предшествующие исследования показали в целом идентичность строения многих линейно вытянутых морских образований, выражающуюся в продольно-зональном расположении их основных геоморфологических элементов относительно берега. Это характеризует и крупные барьеры юго-восточной Балтики – Куршскую и Вислинскую косы [2, 4], обнаруживающие ряд существенных различий, как морфологического, так и глубинного их строения. До недавнего времени считалось, что тело Вислинской косы, в отличие от Куршской, целиком сложено эолово-морскими отложениями литоринового и постлиторинового возраста. Работами последних лет выявлено присутствие на Вислинской косе отложений иного генезиса, что расширяет и обогащает наши представления об истории ее формирования.

В последнее время отмечается повышенный интерес к природным комплексам Вислинской косы и перспективам их развития, вызванный негативными последствиями усиливающейся антропогенной нагрузки. Современный морфологический облик косы сложился при доминирующем влиянии колебаний уровня моря на фоне литориновой трансгрессии. Обилие аллювиального материала, сосредоточенного в предголоценовое время в обширных дельтовых равнинах Вислы и Преголи, явилось определяющей предпосылкой для формирования на их морском крае перед устьями крупных прарек серии трансгрессивных баров. Очевидно, что именно возникновение последних и дало начало образованию Вислинской косы и сопряженной с ней лагуны на месте подтопленных низовьев рек. Это подтверждается работами польских исследователей [6, 11, 13 и др.], по данным которых под современными илистыми осадками залива залегают только суб-

аэральные озерно-болотные, либо аллювиально-дельтовые комплексы, при полном отсутствии морских. Таким образом, Вислинская лагуна никогда не была открытым литориновым морем. Морские воды лишь эпизодически проникали в залив через Вислинский барьер, используя имеющиеся в нем проходы.

Дальнейшая трансформация и оформление косы в настоящем виде связаны, прежде всего, с последующими колебаниями уровня моря, четко фиксирующимися в ее продольно-зональном строении (см. рис. 1). Анализ современного рельефа позволяет отметить следы, по крайней мере, трех различных режимов моря в истории развития косы. Большую роль в моделировке современного рельефа играет и деятельность эолового фактора, которая тоже, несомненно, контролируется изменениями уровня моря. Поэтому чередование продольно вытянутых дюнных формирований и разделяющих их более низких и широких равнин, т.н. пальве, отражает в рельефе косы трансгрессивно-регрессивные смены положения уровня моря. Именно за счет формирования равнинных поверхностей пальве, являющихся в своей основе регрессивными аккумулятивными террасами, происходило увеличение площади береговых барьеров в результате их расширения [4, 7].

Геоморфологическое строение Вислинской косы характеризуется следующими элементами. Вдоль уреза моря на всем протяжении косы наблюдается песчаный пляж средней ширины около 20–25 м, в средней части косы расширяющийся до 40–50 м. Верхняя граница пляжа характеризуется элементарными формами эоловой аккумуляции, имеющими вид песчаных, т.н. эоловых подушек изометрических очертаний шириной около 3 м и относительной высотой не более 1 м. Именно эти песчаные накопления представляют собой зачаточные формы образования следующей полосы эо-

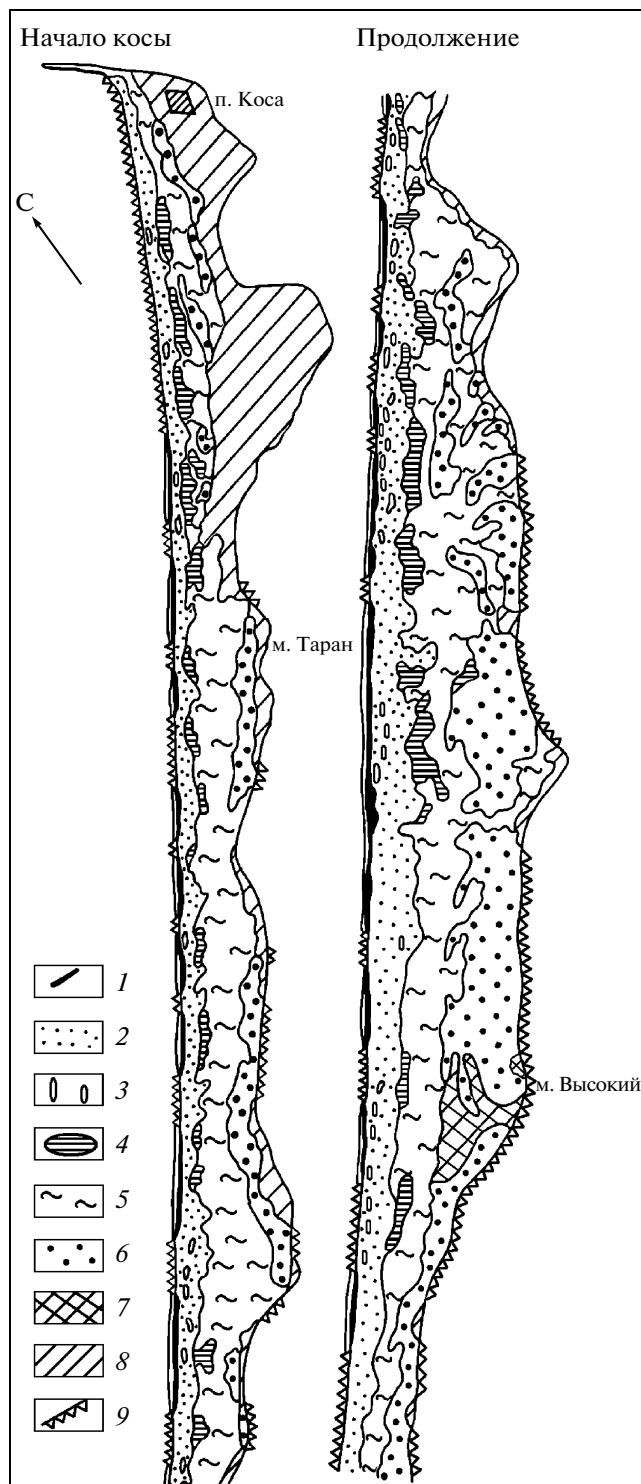


Рис. 1. Геоморфологическая карта Вислинской косы.

1 — авандюна; 2 — приморский дюнный вал; 3 — дефляционные котловины; 4 — лагунные понижения; 5 — выровненная эолово-морская равнина, т.н. пальве; 6 — древние дюнные массивы; 7 — поверхность дельтовой равнины; 8 — низкая призаливная терраса; 9 — уступы размыва.

ловой аккумуляции — полосы авандюн. На Вислинской косе можно выделить, по крайней мере, две генерации или разновидности этого элемента рельефа. Одна из них, более молодая, имеет вид плоской аккумулятивной террасы высотой около 3–4 м над уровнем моря, шириной до 20 м, с четко выраженным морским склоном. На большей части косы прослеживается более высокая авандюна (5–7 м), образующая узкую цепь продольно вытянутых холмов с острым гребнем и одинаково крутыми противоположными склонами, обращенными к суше и морю. Она четко выражается в ландшафте, как по морфологическим показателям, так и по видовому характеру растительности. Ее склоны и вершина покрыта сомкнутым покровом злаковых культур при полном отсутствии древесных и кустарниковых растений. На отдельных участках побережья наблюдаются не одна, а две описанные разновидности авандюн, которые вместе с расположенной в тыловой части пляжа эоловой подушкой, образуют, по видимому, единый генетический возрастной ряд. Одновременное присутствие всех описанных выше форм современной эоловой аккумуляции указывает на большое количество песка в береговой зоне и на унаследованное аккумулятивное развитие данного отрезка берега.

Непосредственно за полосой авандюн расположена зона максимально активного развевания песков. Глубина дефляционных котловин иногда превышает высоту самой дюны и составляет 6–7 м при диаметре котловин 40–50 м. Их склоны круты, почти отвесны, а плоские днища располагаются иногда на высоте уровня моря или ниже его.

Более древняя генерация эоловой аккумуляции, расположенная за описанными выше, представляет собой дюнную приморскую гряду, как правило, состоящую из двух вытянутых валов. Валы часто не обнаруживают выдержанной по простиранию линии гребня, т.к. распадаются на отдельные параболические дюны. Последние широкими языками налегают на расположенные за ними равнины. Первый, мористый вал более узкий (50–100 м шириной), местами активно развевается, закреплен травяной и кустарниковой растительностью. На участках отсутствия защитного пояса авандюн наблюдается активный размыв вала, в котором выработаны свежие клифы высотой до 10 м. Следующий вал шире (до 200–300 м), частично покрыт сосновым лесом. Наветренные склоны валов пологие, крутизна подветренных достигает величины угла естественного откоса для сухого песка (30–32°), что соответствует классической форме подвижных дюн, преобразованных ветровым потоком из авандюн.

Плоские или волнистые поверхности пальве занимают центральную часть косы между полосой приморских песчаных массивов и высокими дюнами, расположенными вдоль берега залива. Формирование таких равнин сложного эолово-морского

генезиса приурочено, очевидно, к моментам активной регрессивной перестройки подводного берегового склона, когда к урезу быстро и в большом количестве поставлялся песчаный материал.

В призаливной части косы локализованы наиболее крупные дюнные массивы песков, характеризующиеся относительным разнообразием рельефа (см. рис. 1). Высота древних дюн колеблется от 7–12 м в северо-восточной части косы до 30 м у юго-западной границы российской территории. Продольно вытянутый массив песков осложнен отдельными куполообразными эоловыми буграми, либо параболическими дюнами, надвигающимися на акваторию залива. На других участках подветренная часть дюн активно подмывается его водами, в результате чего выработались прямолинейные крутые уступы размыва высотой 3–4 м. Местами заливной берег косы обрамлен низменной террасовой поверхностью, осложненной низкими песчаными валами, формирование которой связано с одной из последних стадий лимниевой (поздний голоцен) трансгрессии Балтийского моря.

В целом, аналогичное геоморфологическое строение имеет и польская часть Вислинской косы. Работами польских исследователей в ее западной части, примыкающей непосредственно к дельте Вислы, выявлено присутствие нескольких генераций дюн разного возраста и морфологии [12]. Наиболее древние из них — отдельные относительно высокие (до 10 м) дюны, максимально удаленные от современной морской береговой линии. Далее по направлению к морю прослеживаются низкие эоловые гряды “коричневых дюн” с хорошо развитой ожелезненной подзолистой почвой. Они удалены от современной береговой линии на расстояние около 2 км и имеют субширотное простираие. Возраст их оценивается примерно в 4300–3500 лет [10]. Следующая группа высоких дюн (более 30 м) имеет несколько иную ориентировку. Это более молодые (2200–1800 лет) “желтые дюны” с глубокими котловинами выдувания и с плохо развитой почвой. Последняя группа дюн — современные авантюны и дюнный вал, “белые дюны”, лишенные почвенного покрова и ориентированные вдоль современной береговой линии. Таким образом, во время формирования косы вместе с некоторым изменением ориентировки линии берега менялось направление соответствующей ему генерации дюн. На российской территории косы дюны первых генераций отсутствуют, будучи, очевидно, размываемыми водами залива.

Детальное изучение голоценовых отложений польскими исследователями [12–16] позволили составить достоверное представление о геологическом строении дельты Вислы и Вислинской косы. В пределах дельты выделяется аллювиально-дельтовый комплекс отложений мощностью в ряде случаев до 30 м, подстилаемых плейстоценовыми ледни-

ковыми и межледниковыми морскими осадками. В районе морских окраин дельты типично дельтовые отложения замещаются морскими песками с примесью гальки. Их характер указывает на то, что осадконакопление происходило в береговой зоне открытого морского бассейна с большой гидродинамической активностью. Морские пески вверх по разрезу, а также латерально при движении в глубь суши фациально замещаются аллювиально-дельтовыми, возраст которых, по Мойскому и др. [14–16], составляет от 5.5 до 3.9 тыс. л.

Анализ геологических профилей через Вислинскую пересыпь [12] показывает, что морские пески, слагающие в основе ее тело, надвигались на аллювиально-дельтовые отложения, формируя серии морских приустьевых баров, оконтуривающих дельту. Подъем уровня моря способствовал подтоплению дельтовой равнины, сопровождавшемуся торфообразованием и накоплением озёрно-старичных и болотных отложений непосредственно за барами. Продолжающаяся трансгрессия усиливала продвижение баров в глубь суши и перекрытие (засыпание) дельтовой равнины, а также привела к дальнейшему затоплению низовьев рек.

Формирование современного облика косы и слагающих ее осадков в значительной степени определяется воздействием эоловых процессов. Это подтверждается детальным изучением поверхностных осадков, характеризующих все вышеописанные геоморфологические элементы косы. За эталон типично эоловых наносов были приняты пески, слагающие авантюны, береговой дюнный вал и высокие дюны. Во всех образцах, характеризующих эти формы рельефа, резко доминирует фракция 0.5–0.25 мм. Важно, что распределение фракций в песках, слагающих пальве, абсолютно идентично таковому в эоловых формах [4]. При этом в уступах размыва призаливных равнин пальве эоловые осадки вскрываются вплоть до уреза воды и даже ниже его. Материалы бурения по профилям на польской стороне Вислинской косы [15] также показывают, что подошва эоловых осадков располагается ниже уровня моря, по крайней мере, на 2 м (рис. 2а, 2б), за исключением тех участков косы, где ранее были проливы. Проводя аналогию с современными эоловыми образованиями, формирование которых происходит в тыловой части пляжа на 1.5–2 м выше уреза, можно предположить, что на момент образования древних эоловых форм положение уровня моря было на 3–4 м ниже современного [3].

Таким образом, проведенный гранулометрический анализ песков показал, что коса в основном сложена эоловыми песками. Исключение составляют пляжи, низкая призаливная терраса и несколько останцов более древних поверхностей. Один из таких останцов наблюдается в теле Вислинской косы на ее 23-м км, в призаливной части в районе мыса Высокий. Он имеет субгоризонтальную поверх-

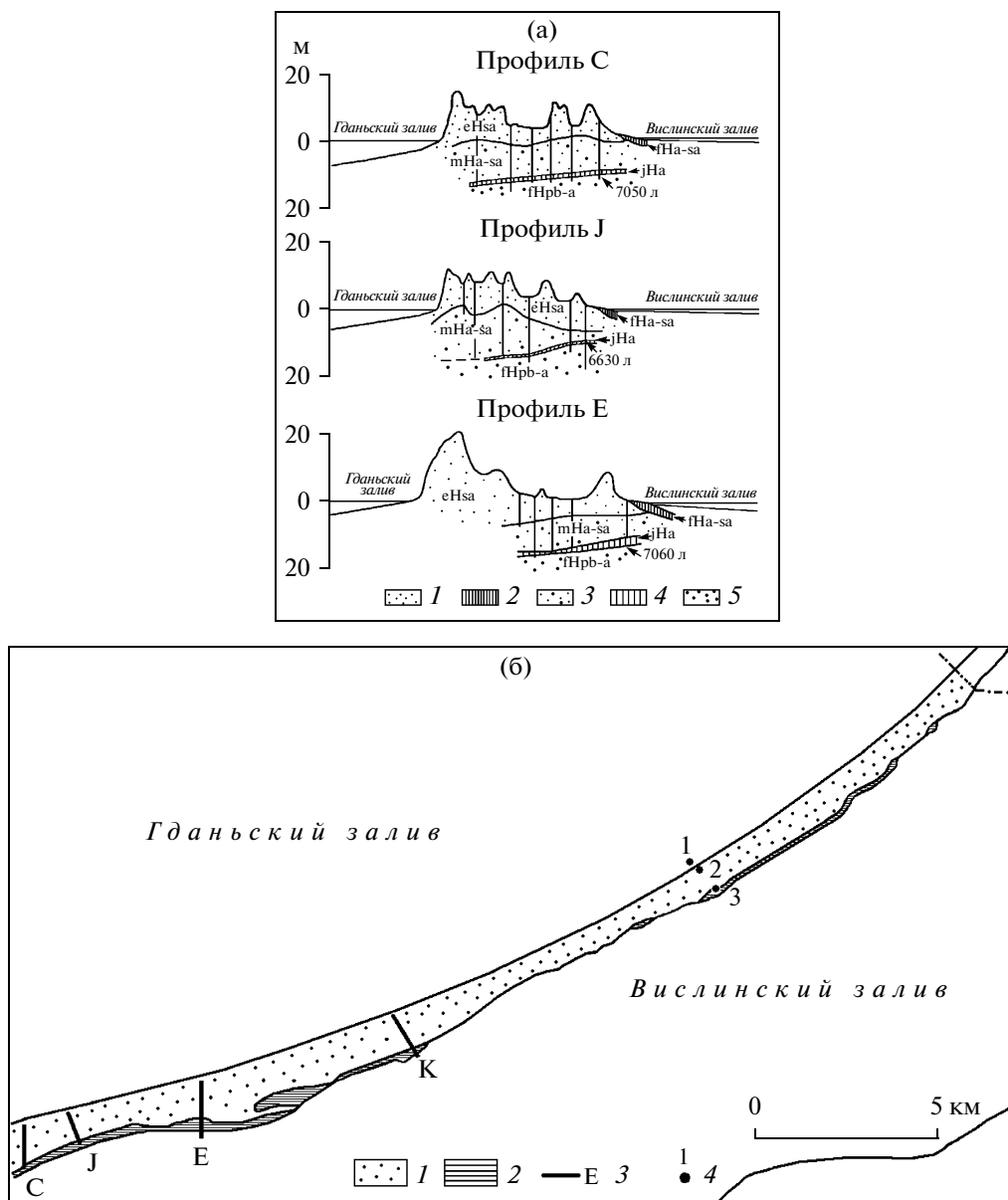


Рис. 2. Поперечные профили через Вислинскую косу [по 15] (а).

1 — пески эоловые (eHsa — субатлантика); 2 — алювиально-дельтовые отложения (fHa-sa — атлантика-субатлантика); 3 — пески морские (mHa-sa — атлантика-субатлантика); 4 — торф (jHa-атлантика); 5 — пески флювиальные (fHpb — пребореал).

Фрагмент геолого-геоморфологической карты польской территории Вислинской косы [по 15] (б).

Отложения: 1 — песчаные; 2 — дельтовые. 3 — профили; 4 — скважины.

ность высотой около 2.0–2.5 м абс, залегающую выше приливной пальмы на 1–1.5 м и глубоко вдаётся в аккумулятивный барьер (см. рис. 1). Местами останец перекрыт небольшими дюнами, образующими эоловую покрывку на отложениях, слагающих собственно сам останец. В обнажении берегового уступа залива верхний слой разреза мощностью около 2 м представлен эоловыми однородными песками. Под ними залегает пласт бурых, призматически-оскольчатых глин мощностью 0.5–0.7 м. Внут-

ри них встречаются тонкие песчаные прослои, а также скопления крупных пресноводных раковин, виды которых типичны для мелководных бассейнов (в частности *Unio* и *Viviparus*). С четким контактом глины залегают на толще песков желто-оливкового цвета, среднерзернистых, хорошо сортированных, в которых малакофауна полностью отсутствует. Видимая мощность этих песков составляет 1.0–1.5 м.

В 0.5 км северо-восточнее этого разреза аналогичные глины образуют поверхность высотой 1.8 м.

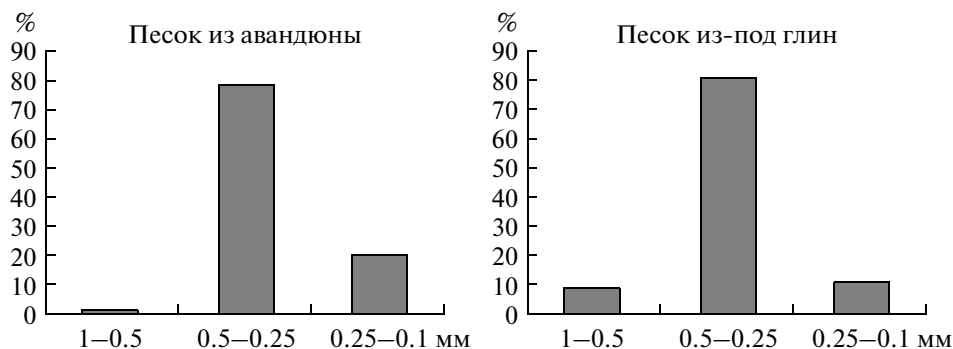


Рис. 3. Гранулометрический состав песчаных осадков.

Глины характеризуются массивной текстурой и очень богаты раковинами. Эти же отложения вскрываются и на урзе Вислинского залива, образуя глинистый бенч, уходящий под его воды на видимую глубину до 1 м. Таким образом, глинистые отложения прослеживаются в береговой зоне залива, погружаясь глубже под современные лагунные осадки. И действительно, материалы сейсмоакустического профилирования и данные бурения дна Вислинского залива показали, что под слоем неконсолидированных глинистых алевритов позднеголоценового и современного возраста прослеживается сильно отражающая поверхность, отделяющая верхние лагунные осадки от консолидированных озерных отложений с раковинными прослоями [11].

Вопрос о строении этого участка косы и генезисе слагающих его осадков неоднократно поднимался в литературе [1, 3, 8]. Около 15 лет назад нами [1] был достаточно точно описан район распространения приподнятой субгоризонтальной поверхности и высказано предположение о существовании здесь морского пролива. Дальнейшие детальные исследования опровергли эту точку зрения, позднее нами была выдвинута гипотеза об останце дельтовой равнины [3], которая подтверждается новыми материалами последующих исследований.

Наиболее подробная и обоснованная характеристика отложений, слагающих останцы, представлена в работе [8], в которой даны геохронология и результаты аналитических исследований отложений. В глинах обнаружены диатомовые водоросли, среди которых доминируют виды, характерные для пресноводных мелководных бассейнов. В их нижней части встречаются в небольшом количестве и солоноватоводные виды, что указывает на проникновение и влияние морских вод во время их отложения. Состав диатомей по разрезу позволил авторам фиксировать неоднократные колебания уровня бассейна от относительно более глубоководных условий осадконакопления в начальные фазы до мелководного заболоченного бассейна с застойными эвтрофными водами. Анализ малакофауны выявил

исключительно пресноводные виды моллюсков, что подтверждает результаты диатомового анализа.

Согласно исследованиям, глины на обоих участках их распространения были отложены в очень похожих палеоэкологических и палеогеографических условиях — в мелководном пресноводном бассейне с богатой растительностью, нестабильным уровнем воды при незначительном внедрении морских вод.

Абсолютное датирование раковин по С-14 было выполнено [8] на обоих участках распространения глин. Возраст глин на отметке 1.8 м абс составляет 2820 ± 90 лет, а глины, лежащие на более высоких гипсометрических отметках (2.5 м абс), несколько моложе — 2340 ± 190 лет. В целом этот интервал времени соответствует одному из подъемов уровня Балтийского моря, приведенных на графиках его колебаний по данным различных авторов в работе [2]. Именно тогда в приустьевые части палеорусел могли проникать морские воды, что привело к появлению солоноватоводных диатомей. Однако, в целом это не изменило природу бассейна, т.к. продолжали доминировать пресноводные виды.

Что касается песков, залегающих под глинами, то вопрос об их происхождении является более дискуссионным. Согласно споровопыльцевым исследованиям пески отлагались в позднем суббореале — ранней атлантике. Важно отметить, что диатомовый анализ песков показал полное отсутствие морских и солоноватоводных видов, что, по-видимому, можно считать основанием для отрицания их морского генезиса.

Выполненный нами гранулометрический анализ этих осадков и сравнение его результатов с результатами анализа заведомо эоловых песков показал, что исследуемые пески по размерности не похожи на эоловые, они существенно более грубозернистые. Так, содержание фракции 1–0.5 в этих песках больше почти в 10 раз, чем в песках из авантюны. И, наоборот, мелкозернистой фракции 0.25–0.1 в песках авантюны больше в два раза (рис. 3). Песок под глинами хорошо сортирован и отмыт. Как указывают Битинас и др. [8], он имеет однородную текстуру, но

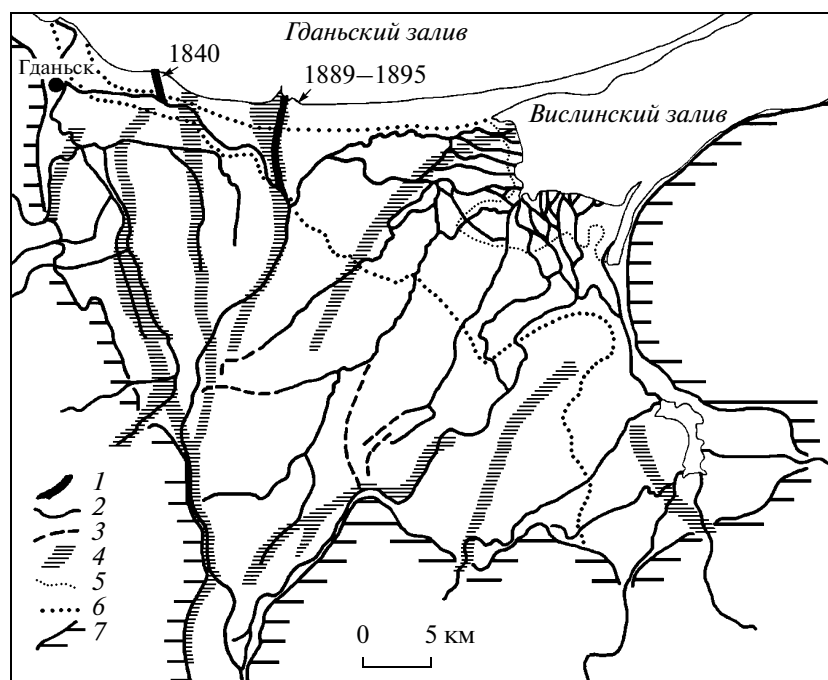


Рис. 4. Палеорусл Вислы [по 12].

1 — время образования исторических дельт; 2 — основные современные протоки дельты; 3 — периодически действующие протоки; 4 — основные палеопотоки; 5 — край дельты к 1900 г.; 6 — край дельты в 890 г.; 7 — граница моренного плато.

иногда прослеживается субгоризонтальная слоистость или рифели, а также следы биотурбаций.

Приведенные выше характеристики осадков на 23 км Вислинской косы позволяют предполагать, что сложенный ими останец представляет собой фрагмент дельтовой равнины Пра-Вислы. При этом верхняя часть отложений — глины являются продуктом седиментации стариц, либо дельтовых озер, а нижележащие пески — аллювиальными осадками дельтовых протоков. Согласно данным Мойского [14], приведенным для западной части дельты Вислы, верхние горизонты ее осадков представлены глиной и суглинками с торфом, а также флювиальными хорошо отсортированными песками каналов-протоков.

По сведениям польских исследователей [15], дельта Вислы занимает большую территорию при средней высоте от 1.5 до 2.0–2.5 м. Начиная с субатлантики одно из основных палеорусел имело восточное направление (рис. 4), следовательно, и дельта с этого времени развивалась на восток, занимая значительную западную часть современного Вислинского залива. При этом ее формировала не только р. Висла, но и другие более мелкие реки. Северо-восточная сторона обширной дельтовой равнины создавалась выносами р. Преголь. Литориновая трансгрессия моря распространялась на расчлененную протоками поверхность дельты, в результате чего возникали заливы и выступы суши, изначально

создавая изрезанную конфигурацию береговой линии. В этой ситуации сохранение отдельных останцов дельтовой равнины и поглощение их аккумулятивным телом Вислинской косы представляется вполне возможным.

Описанный фрагмент дельты на 23 км не является единственным в своем роде. На геолого-геоморфологической карте польской территории косы [15] в приливной береговой зоне отмечены несколько участков, сложенных речными отложениями, которые представлены суглинками, алевроитами, торфом и гиттией (сапропель). Отложения датируются атлантикой — субатлантикой. Интересные сведения о районе можно получить при анализе опубликованных материалов [16] по трем скважинам, расположенным на польской территории косы, по профилю вкрест ее простираения (рис. 2б, 5). Одна из них находится на подводном береговом склоне на глубине 7 м, а две другие — на морском и заливном берегах на абсолютных высотах 0.5 и 1.3 м соответственно. Верхняя часть разреза первой скважины представлена заведомо морскими осадками — мелкозернистым песком с гравием и морскими раковинами. Нижележащий слой также песчаный. Песок оливково-серый мелкозернистый, оглиненный с растительными остатками и раковинами.

Вторая скважина, расположенная фактически в зоне современного пляжа, вскрывает пляжевые осадки в виде средне- и крупнозернистых песков с

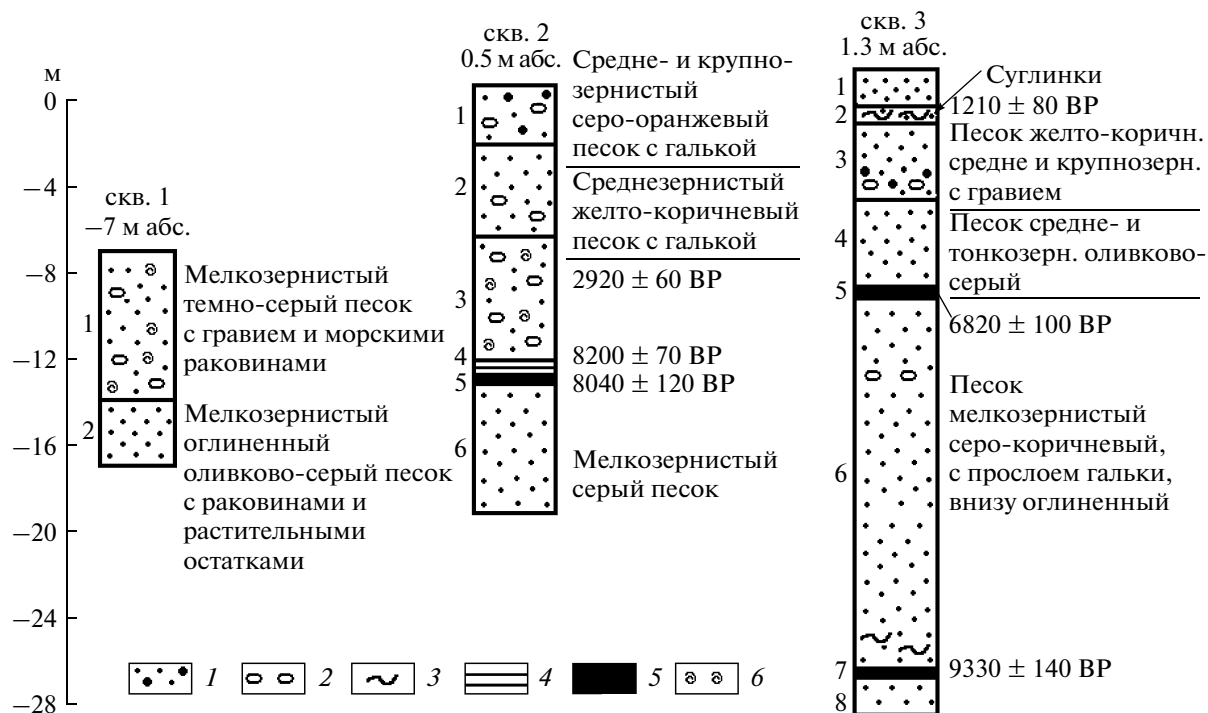


Рис. 5. Скважины вкрест простирания Вислинской косы [по 16].

1 — разнозернистый песок; 2 — гравий; 3 — алеврит; 4 — глина; 5 — торф; 6 — раковины.

плоской галькой до глубины около 7 м. Ниже располагаются также морские отложения. Это пески мелкозернистые с прослоями среднезернистого песка, с редкой галькой и раковинами (*Cerastoderma* sp., *Macota* sp.). Возраст С-14 песков, определенный по раковинам, равен 2920 ± 60 лет (см. рис. 5). Общая мощность прибрежно-морских осадков составляет 14 м. Их подстилают отложения низких дельтовых равнин, на которые трансгрессировало море. Они представлены глинами, глинистыми песками темно серо-оливкового цвета и торфом. Возраст этого слоя 8200 ± 70 лет. Ниже следует мелкозернистый серый песок. Очевидно, что на данном участке более молодые дельтовые осадки были размывы при подъеме уровня моря.

Скважина № 3, расположенная на заливной стороне косы на поверхности, сложенной речными отложениями (см. рис. 2б), вскрыла только аллювиально-дельтовые отложения. В целом разрез представлен песками, в верхней части более крупными, до грубозернистых и гравия, в нижней — мелко- и тонкозернистыми, оглиненными темно-оливкового и серо-коричневого цвета. 30-метровая толща песков осложнена тремя маломощными (не более 0.5 м) прослоями с растительными остатками: верхнего — из глинистого песка и двух прослоев торфа. Все три прослоя имеют возрастные характеристики — 9330 ± 140 , 6820 ± 100 и 1210 ± 80 лет.

Закономерное уменьшение возраста вверх по разрезу указывает на ненарушенную стратиграфи-

ческую последовательность накопления осадков (см. рис. 5). Таким образом, данные бурения показывают явное отсутствие в скважине морских и эоловых осадков. По-видимому, это еще один фрагмент древней дельтовой равнины в теле косы, а преобладание в его строении песка говорит о значительной роли на этом участке дельтовых протоков.

Сравнение всех трех описанных скважин дает основание считать, что раннеголоценовые дельтовые отложения прослеживаются на северо-запад под более поздние морские трансгрессивные осадки до глубины порядка 15 м. Аналогичный вывод приводится в работах [9, 10, 11 и др.], где самые древние терригенные голоценовые осадки, являющиеся субстратом косы, лежат на 20–10 м ниже уровня моря и представлены аллювиальными почвами, торфом, озёрными глинами и флювиальными отложениями протоков.

Фрагменты дельтовой равнины встречаются и на других призаливных участках на польской территории Вислинской косы. Некоторые из них (например, между профилями Е и К) “вторгаются” в береговой аккумулятивный барьер и имеют конфигурацию аналогичную описанному останцу на 23 км (см. рис. 2б). Таким образом, отметим, что включение в тело Вислинской косы более древних геолого-геоморфологических фрагментов характерно и для других барьеров. Ярким и близким примером такой ситуации служит Куршская коса [5], где древние

останцы сложены мореной и флювиогляциальными отложениями.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 09-05-00172).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бадюкова Е.Н., Варущенко А.Н., Соловьева Г.Д. История развития Вислинской косы в голоцене // Океанология. 1996. Т. 36. № 5. С. 769–773.
2. 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.
3. Бадюкова Е.Н., Жиндарев Л.А., Лукьянова С.А., Соловьева Г.Д. Сравнительная характеристика кос юго-восточной Балтики // Материалы XXII Международ. береговой конф. “Проблемы управления и устойчивого развития прибрежной зоны моря”. Гендзжик, 2007. С. 321–325.
4. 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.
5. Бадюкова Е.Н., Жиндарев Л.А., Лукьянова С.А., Соловьева Г.Д. Особенности строения корневой части Куршской косы // Вестн. МГУ. Сер. географ. 2010. № 5. С. 53–59.
6. Богачувич-Адамчак Б. Позднеледниковая и голоценовая диатомовая флора в донных отложениях Вислинского залива // Baltica. 1982. V. 7. P. 11–17.
7. Соловьева Г.Д., Бадюкова Е.Н. Геоморфологическая характеристика Вислинской косы Балтийского моря // Геоморфология. 1997. № 2. С. 82–89.
8. Bitinas A., Boldyrev V., Damuśyte A. et al. Lagoon sediments in the central part of the Vistula spit: Geochronology, sedimentary environment and peculiarities of geological setting // Polish geological institute Special paper. 2008. № 23. P. 9–20.
9. Kobelyanskaya J., Piekarek-Jankowska H., Boldyrev V.L. et al. The morphodynamics of the Vistula Spit seaward coast (Southern Baltic, Poland, Russia) // Oceanological and Hidrobiological Studies. 2009. V. XXXVIII. Suppl. I. P. 1–16.
10. Levchenko O.V., Podshouveit N.V., Rudenko M.V., Gainanov V.G. High resolution seismoacoustic survey in the Pregolja River and Kaliningrad bay, Southeastern Baltic Sea // Third Workshop LOIRA. Abstracts. M.: IORAS, 2000. P. 79–80.
11. Miotk-Szpiganowicz G., Zachowicz J., Uścinowicz S. Review and reinterpretation of the pollen and diatom data from the deposits of the southern Baltic lagoons // Polish Geological Institute Special Papers. 2008. № 23. P. 45–70.
12. Mojski J.E. Development of the Vistula river delta and evolution of the Baltic sea // Geol. survey Finland. Spec paper. 1988. № 6. P. 39–50.
13. Mojski J.E. Geological section across the Holocene sediments in the northern and eastern parts of the Vistula deltaic plain // Evolution of the Vistula river valley. Geographical studies. Spes. issue 1. 1982. P. 149–167.
14. Mojski J.E. Lithostratigraphic units of the Holocene and the surface morphology of the bedrock (Vistula Delta plain) // Geologosches jahrbuch. Reiche A. Heft 71. Hannover, 1983. P. 177–186.
15. Tomczak A., Mojski J.E. Nowe dane o budowie geologicznej Mierzei Wislanej // Kwartalnik Geologiczny. 1988. T. 33. № 2. Str. 277–300.
16. Uścinowicz S. A relative sea-level curve for the Polish Southern Baltic Sea // Quaternary international. 2006. V. 145–146. P. 86–105.

Geological and Geomorphological (Geomorphologic?) Structure of the Baltic (Vistula) Spit

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

Conjunction between land and sea in the Holocene is considered on the example of the geological and geomorphological (geomorphologic?) structure of the Baltic (Vistula) Spit. The conclusion is made about a significant role of the aeolian factor in the formation of this region. The spit is generally formed of aeolian sands excluding the beaches, low terrace along some Vistula lagoon coasts, and few remains of the ancient delta plain. One of them is located direct in the spit, on its lagoon side near the Vysokiy Cape.