

УДК 552577:551.311.3(261.245)

ТИПЫ ОСАДКОВ И РАЗРЕЗОВ ВЕРХНЕЧЕТВЕРТИЧНОГО ЧЕХЛА И ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ КУРШСКОЙ КОСЫ (БАЛТИЙСКОЕ МОРЕ)

© 2013 г. Г. С. Харин, И. П. Жуковская*

Атлантическое отделение Института океанологии РАН

236 000 Калининград, проспект Мира, 1; E-mail: kharin@atlas.baltnet.ru

* Федеральное государственное бюджетное учреждение “Национальный парк “Куршская коса”

238536 Калининградская область, Зеленоградский район, п. Рыбачий, ул. Лесная, 7;

E-mail: nehrung2@mail.ru

Поступила в редакцию 03.02.2010 г.

На основе обобщения данных о типах голоценовых осадков, залегающих на верхнеплейстоценовых ледниковых отложениях и составляющих тело Куршской косы, рассматриваются вопросы о геологической ее устойчивости. Впервые выделены и охарактеризованы 4 главных типа разрезов: 1 – торфяной, 2 – торфо-песчаный, 3 – гравийно-песчаный, 4 – илисто-песчано-сапропелевый. Выделенные типы разрезов косы сопоставляются с разрезами прилегающих акваторий Балтийского моря и Куршского залива, выясняется роль различных источников осадочного материала, формирующего косу. Сопоставлены данные о современных процессах размыва – аккумуляции в береговых зонах косы с типами осадков и разрезов, слагающих косу и прилегающие акватории моря и залива. Выявлены слабоустойчивые участки косы – это в первую очередь палеопроток, заполненные торфом и сапропелем. Прогнозируются сценарии эволюции косы в случае сильного роста уровня моря и залива.

DOI: 10.7868/S0024497X1302002X

Куршская коса, где расположены национальные парки (НП) России и Литвы, является объектом Всемирного наследия ЮНЕСКО. Коса – молодое геологическое образование, возникшее 8–5 тысяч лет назад в результате размыва берегов и перемещения осадков прибрежными течениями трансгрессирующего Балтийского моря (рис. 1). Современная длина косы составляет 98 км, наибольшая ширина – 4, 2 км, наименьшая – 0.38 км. Длина российской части косы – 49 км [Куршская коса, 2008].

В современном виде коса сформировалась около 5 тыс. лет назад, когда уровень моря стал более или менее стабильным. До этого существовали разрозненные небольшие косы, мигрирующие вслед за наступающим морем и отступающей береговой линией (рис. 2, 3). Поверхность косы сейчас сложена песками, в низких местах заболочена. По наиболее известной модели строения Куршская коса – это песчаное тело “пересыпь Куршю–Нерия” [Гуделис, 1954], состоящее из неподвижных дюн (1-й генерации), подвижных дюн (2-й генерации) и авандюны. Высота дюн достигает 62 м. Проведенные в последние годы буровые работы показали, что Куршская коса это геологическое тело сложного строения, в составе которого участвуют пески разного генезиса, песчано-гравийные отложения, илы, сапропели, торфа

[Харин, Харин, 2006]. Эти осадки залегают на расчлененной, неровной поверхности верхнеплейстоценовых ледниковых отложений, чаще валунно-галечных суглинках, которые являются для них фундаментом.

Общепринято считать, что Куршская коса, как и другие подобные косы, является неустойчивым эфемерным образованием. Неустойчивость определяется не только разрушительной штормовой деятельностью моря, но и в значительной мере составом осадков, слагающих косу.

Цель настоящего исследования состояла в том, чтобы определить закономерности распределения на Куршской косе типов осадков и разрезов голоценовых отложений, сопоставить их со степенью размываемости морского берега косы и с данными о типах осадков на морском подводном склоне косы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалами для статьи послужили данные по буровым скважинам, полученные нами из разных источников, в том числе из довоенных публикаций немецких геологов; данные нефтепоисковых, инженерно-геологических, гидрогеологических изысканий и геологического картировочно-го бурения. Трудность использования этих работ

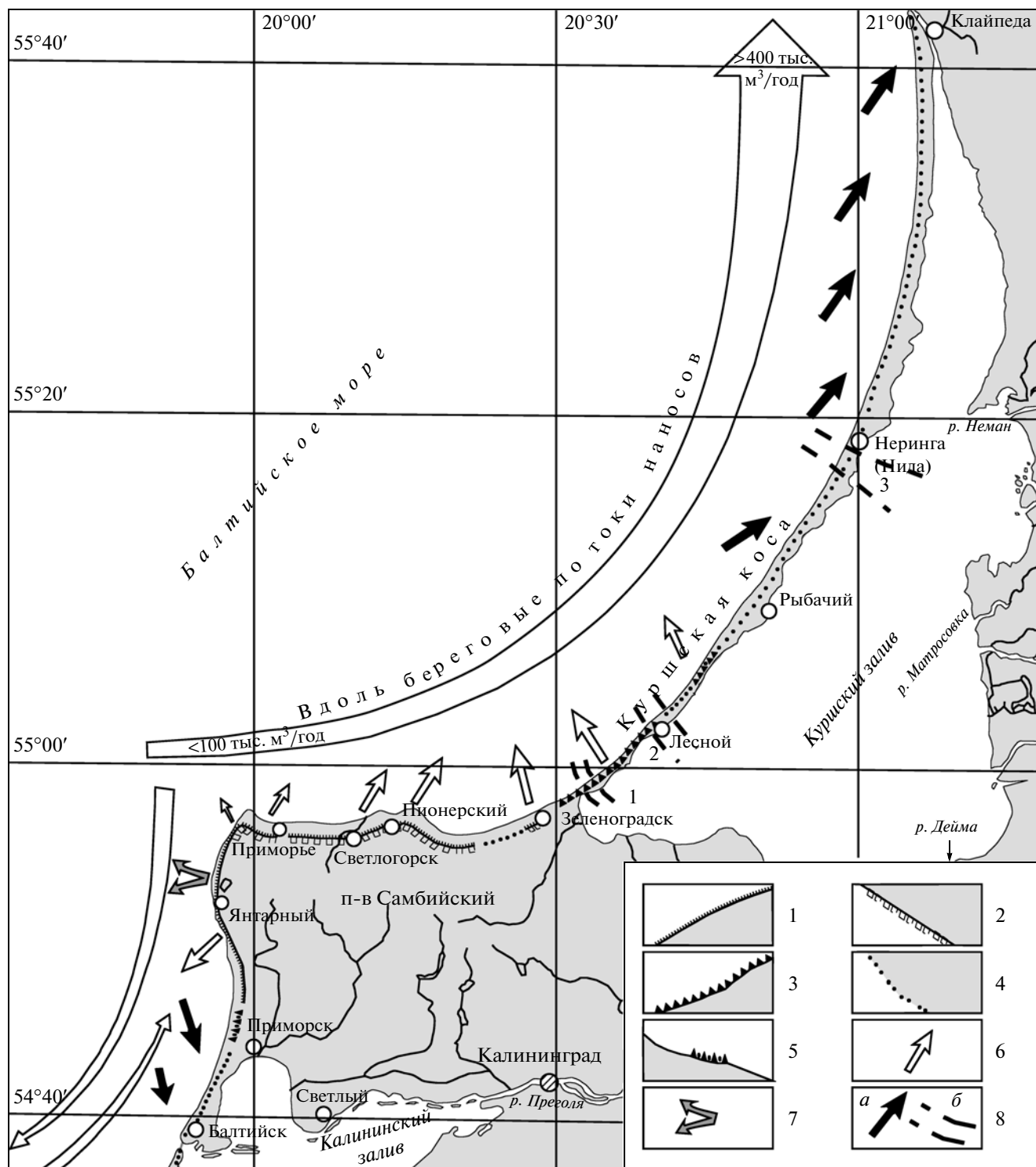


Рис. 1. Современное положение Куршской косы в прибрежной литодинамической системе Юго-Восточной Балтики [Географический ..., 2004; Орленок и др., 2004] с изменениями и дополнениями.

1–5 – участки морского берега, где сейчас происходят процессы:

1 – абразии, 2 – обвално-оползневые, 3 – разрушения авантюн,

4 – аккумуляции, 5 – стабилизации; 6 – направления потоков осадочного вещества от берега и формирование вдольбереговых потоков наносов (цифрами указана приблизительная мощность потока, формирующего Куршскую косу ($\text{м}^3/\text{год}$)); 7 – сброс в море пульпы Янтарного комбината (до $1 \text{ млн } \text{м}^3/\text{год}$); 8а – направление вдольбереговых потоков; 8б – положение предполагаемых древних проливов, сейчас заполненных торфом: 1 – Зеленоградского, 2 – Лесного, 3 – Ниденского-Морского.

связана с их разной направленностью, при этом нередко верхнечетвертичным осадкам уделялось мало внимания, не определялся их литологический состав, возраст, инженерно-геологические свойства. Последние большей частью получены при проведении специальных инженерно-геологических изысканий, недостатком которых является очень ограниченная площадь исследований, в основном — это строительные площадки тех или иных сооружений. Исключением служат данные инженерно-геологических исследований трасс газопроводов, водопроводов, дорожных и электрических сетей и других коммуникаций.

Много данных о верхнечетвертичных осадках получено при исследовании с помощью бурения трассы магистрального газопровода от г. Зеленоградска до п. Лесного. При бурении производился стопроцентный отбор керн с послойным его описанием и отбором проб на лабораторные анализы. В лаборатории ООО «Геоид» выполнены следующие виды анализов: определение гранулометрического состава, естественной влажности, плотности, объемного веса (в естественном состоянии и предельно уплотненном), коэффициента пористости, пластичности, консистенции, угла естественного откоса (в сухом состоянии и с водой), коэффициента фильтрации, потерь при прокаливании и другие виды анализов [Харин, Харин, 2006; Харин и др., 2008].

В лаборатории геологии Атлантического отделения Института океанологии производилось микроскопическое изучение минерального состава осадков с химическим определением содержания карбонатов, фосфатов, сидерита.

ТИПЫ ОСАДКОВ И РАЗРЕЗОВ ПОЗДНЕЧЕТВЕРТИЧНОГО ЧЕХЛА

Геологическое строение косы и продольный профиль изучены по данным буровых скважин, пройденных в основном вдоль осевой части косы и чаще вблизи главной дороги. На рис. 4 по данным 55 скважин представлен литологический разрез от основания косы (1 км) до г. Ниды (56–57 км). Столько же скважин пробурено на косе в небольшом удалении от этого профиля. На продольном профиле хорошо видны литологическая неоднородность голоценовых осадков Куршской косы и изменения их мощностей по ее простиранию. Поперечные геологические разрезы косы можно составить лишь для некоторых участков, т. к. количество буровых скважин для таких профилей ограничено.

Для российского отрезка косы характерно разнотерминное (от 3-х до 43 м) положение поверхности плейстоценового фундамента, состоящего из ледниковых отложений, тогда как глубина залегания кровли более древних, верхнемеловых отложений, примерно одинакова — около 45–50 м на всем протяжении изученного отрезка ко-

сы. Это свидетельствует о том, что перед образованием плейстоценовых (озерно-моренных в основном) отложений здесь произошла нивелировка территории наступающим с севера (из Скандинавии) ледником, который, как громадный бульдозер, срезал неровности доголоценового рельефа. Следует отметить, что слабая изученность подледниковых отложений не позволяет утверждать, что среди них отсутствуют палеогеновые и неогеновые отложения. По данным картировочного бурения на схематической геологической карте дочетвертичной поверхности на Куршской косе показано присутствие палеогена на двух участках: в районе п. Лесной и в районе п. Рыбачий [Загородных, Кунаева, 2005].

Недостаточно изучены и плейстоценовые отложения. Лишь 2–3 скважины нефтепоискового и картировочного бурения вскрыли их полный разрез и то без детального опробования и изучения керн. А между тем есть данные, что плейстоценовые отложения так же разнородны, как и голоценовые. В их составе присутствуют как плотные моренные суглинки, так и межморенные пески, в том числе обводненные пlyingуны и озерные разнотерминные осадки. Распространение, состав, механические и инженерно-геологические свойства плейстоценовых отложений также необходимо изучать при возведении сооружений, особенно на тех участках, где плейстоценовый фундамент залегает вблизи поверхности косы.

Имеющиеся геологические данные по буровым скважинам позволяют выделить в составе косы четыре типа разрезов позднечетвертичных отложений:

1. Торфяной — 0–4 км отрезка косы от г. Зеленоградска (скв. 1–4, рис. 5), где преобладают залежи торфа мощностью до 10 м, залегающие на озерно-ледниковых и моренных отложениях (валунных суглинках) и замещающиеся севернее, в скважинах 5–7, эоловыми песками. Озерно-ледниковые отложения в данном разрезе предварительно отнесены нами к балтийской стадии (свите), а моренные — к грудаской (неманской) подвите верхнего плейстоцена по региональной схеме стратиграфии плейстоцена [Загородных и др., 2001].

2. Торфо-песчаный — 4–16 км косы, где среди песков и глин присутствуют прослои торфа, толщиной до 1.5 м. Валунные суглинки залегают неглубоко (около 2–3 м ниже уровня моря, а местами на двух метрах выше уровня моря). Этот тип разреза с небольшими вариациями повторяется и на отрезке косы на 25–31 км.

3. Гравийно-песчаный — интервалы косы 16–25 км и 31–41 км, где ее основание сложено песками и гравием, причем гравийные отложения местами преобладают в разрезе (скважины 8а, 62, 64, 101 и др., рис. 4). Среди песков отмечаются линзы и прослои торфа и ила, толщиной до 1 м.

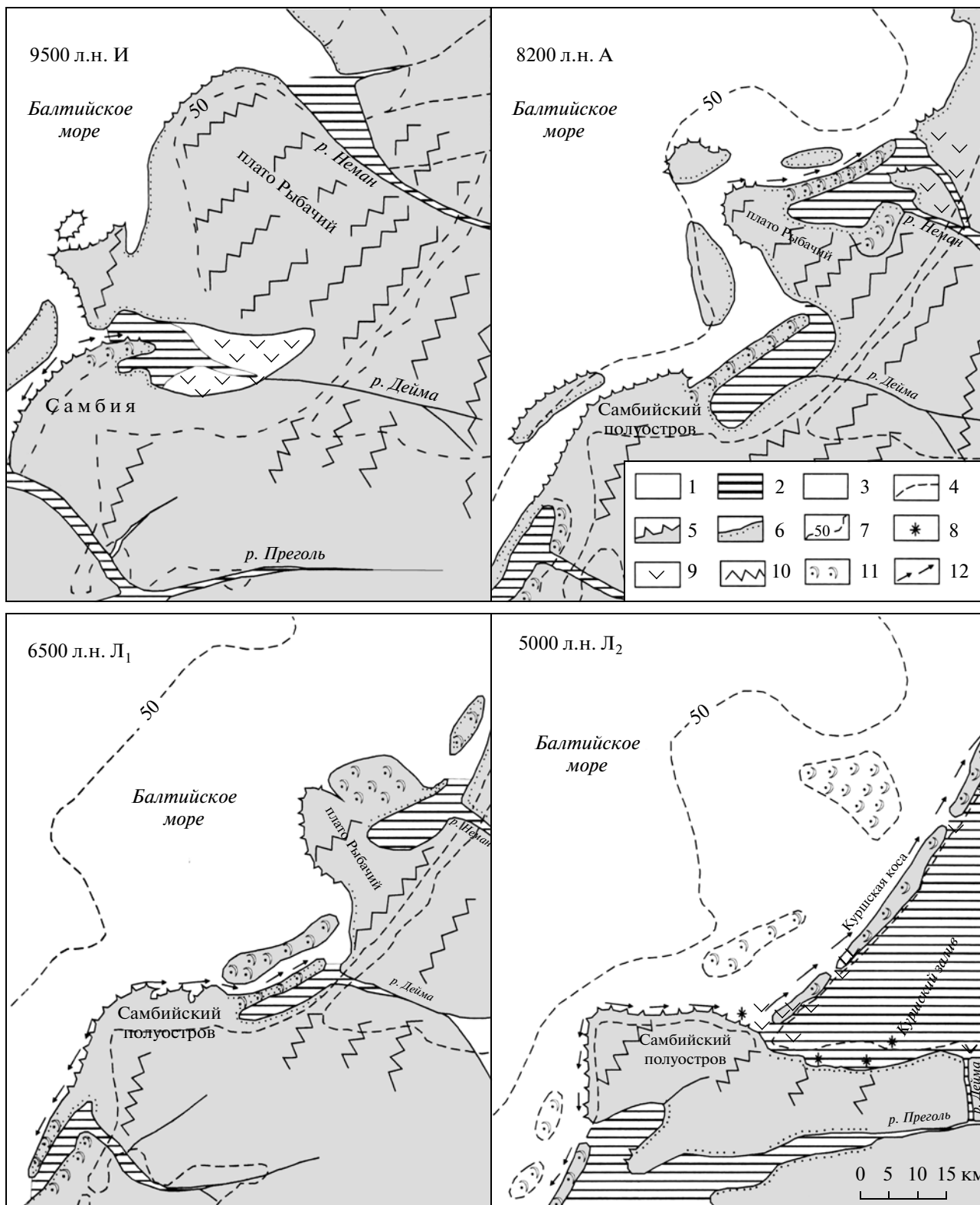


Рис. 2. Палеогеографические схемы Юго-Восточной Балтики времени возникновения Куршской косы, по [Блажчин, 1998б] с изменениями и дополнениями.

Стадии и фазы развития Балтийского моря: И – иольдиевая, А – анциловая, Л1 – первая литориновая, Л2 – вторая литориновая.

1 – море; 2 – лагуны; 3 – суша; 4–6 – берега: 4 – современные; 5 – древние размываемые; 6 – древние аккумулятивные; 7 – современная изобота 50 м; 8 – вторичные россыпи янтаря; 9 – торфяники; 10 – верхневюрмские ледниковые отложения и моренные гряды балтийской стадии (свиты); 11 – дюнные массивы; 12 – преобладающее направление вдоль-береговых течений и перемещения осадков.

Моренный фундамент находится на глубине 10–20 м.

4. Илисто-песчано-сапропелевый – 41–53 км косы. Моренный фундамент залегает на глубине до 50 м. Нижняя и средняя части разреза сложены чаще всего сапропелем, илом и прослоями торфа. В ряде скважин отмечается мощная песчаная толща, залегающая в верхней части разреза (район г. Ниды) или преобладающая в нижней его части (скважина в п. Морской). В песках присутствуют

пресноводные двухстворчатые раковины (типа *Limnaea*), остатки древесины, скопления гравия.

Севернее г. Ниды ни одна из имеющихся здесь 4-х буровых скважин не достигла моренного фундамента. Во вскрытой позднечетвертичной части разреза здесь существенно преобладают разнозернистые пески, илстые пески с прослоями торфа (до 1.5 м), галечников, илов и включениями обломков раковин. Если судить по этим дан-

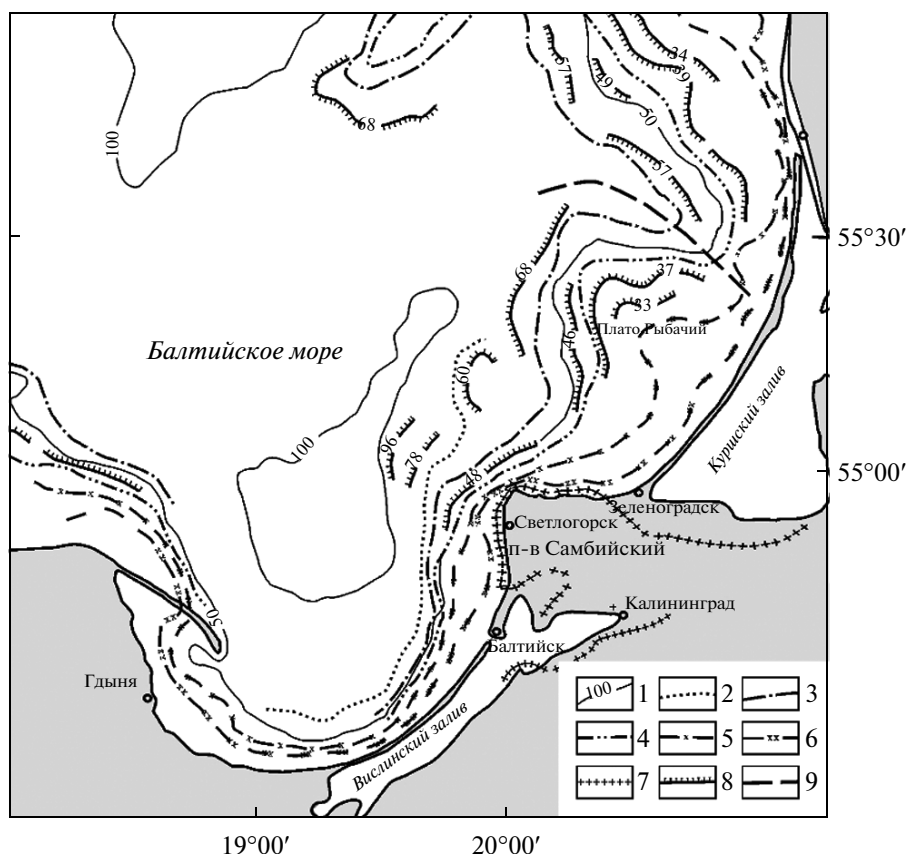


Рис. 3. Положение древних береговых линий и уступов в рельефе дна Юго-Восточной Балтики подводного склона Куршской косы и Самбийского полуострова [Харин, 1986].

1 – изобаты, м; 2–8 – древние береговые уступы и уровни моря: 2 – Балтийского ледникового озера (75–70 м), 3 – иольдиевые (62–55 м), 4 – первый анциловый (42–35 м), 5 – первый литориновый (32–27 м), 6 – второй литориновый (20–16 м), 7 – третий литориновый (0 – +3 м), 8 – уступы в рельефе дна, принадлежность которых к определенной стадии моря не выявлена (цифрами указаны глубины моря над уступами); 9 – ось долины Пра-Немана.

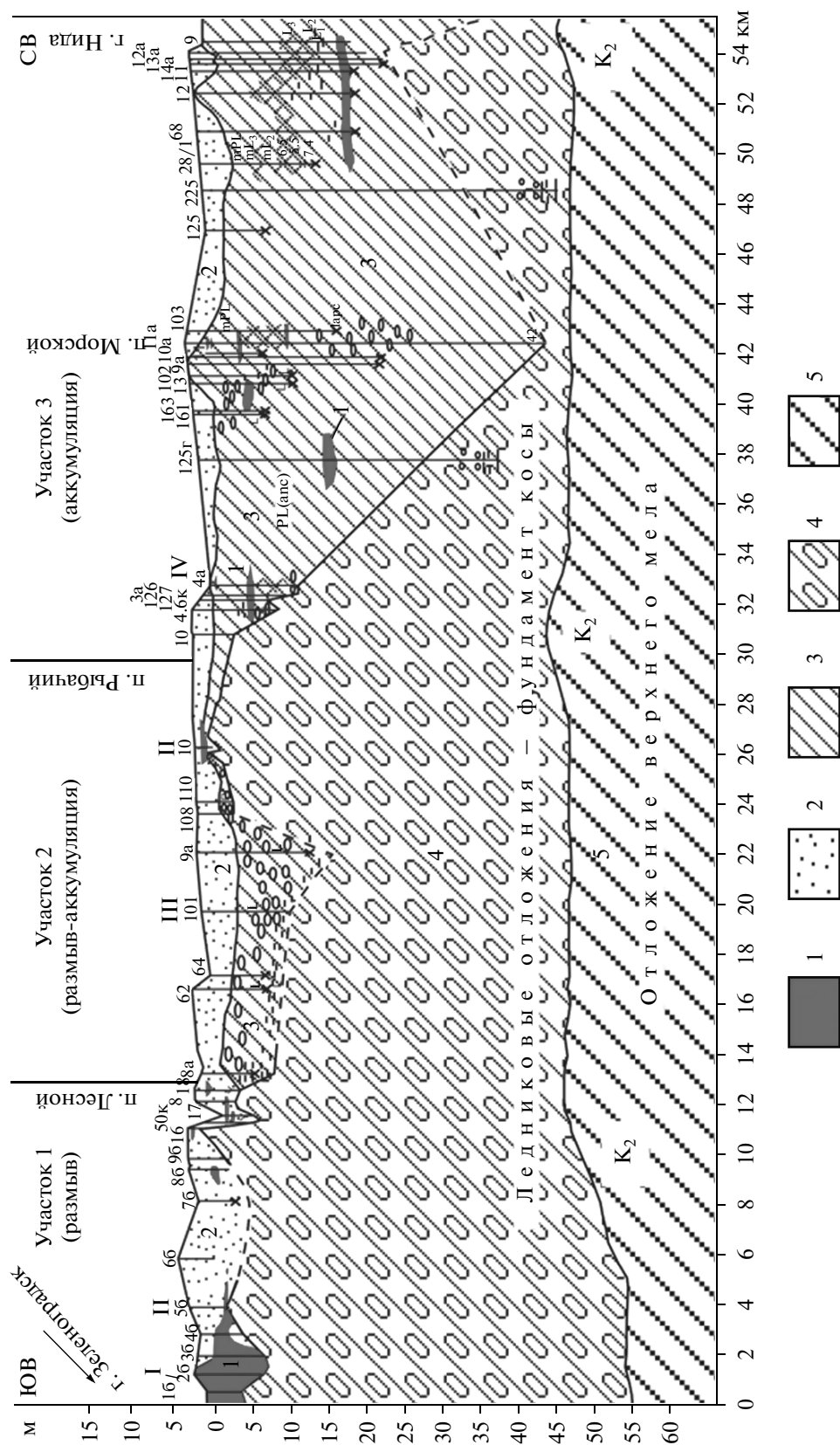


Рис. 4. Геологический разрез Куршской косы от г. Зеленоградска до г. Ниды по данным буровых скважин. 1–3 – современные (голоценовые) отложения: 1 – торфа и сапропели, 2 – речные и делювиальные пески, илы с линзами торфа и сапропели; 4 – плотные ледниковые и межледниковые отложения (валунные суглинки, глины, пески); 5 – отложения верхнего мела (известковые, глауконитовые, фосфатистые пески, мел). I–IV – типы разрезов голоценовых отложений: I – торфяной (0–4 км), II – торфо-песчаный (4–15 км и 26–28 км), III – гравийно-песчаный (16–25 км и 31–41 км), IV – илисто-песчано-сапропелевый (41–53 км). Вверху показаны участки морского берега с разной степенью размыва-аккумуляции.

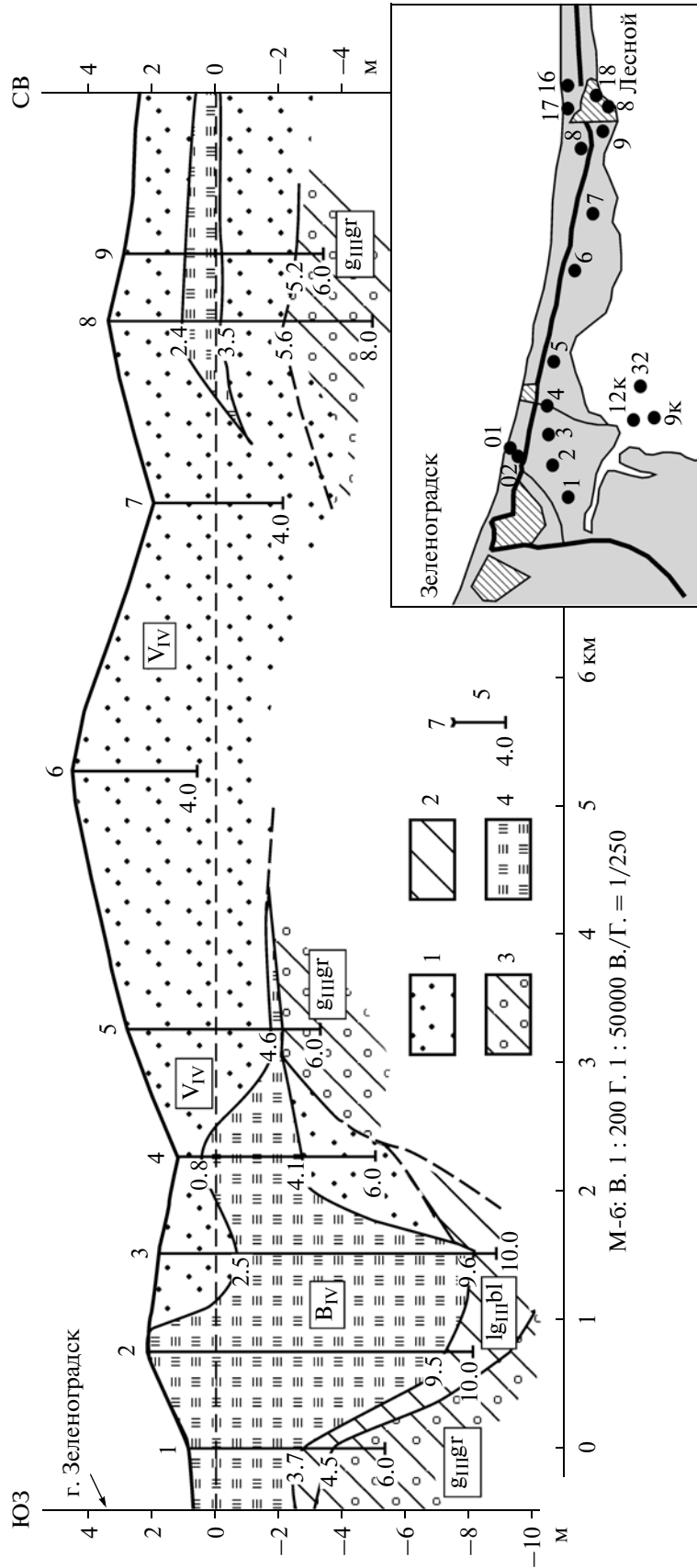


Рис. 5. Геологический профиль трассы газопровода по скважинам 1—9 на отрезке Куршской косы от г. Зеленоградска до пос. Лесного. 1—4 — осадки: песок среднезернистый кварцево-полевчатый, 2 — суглинок голубовато-серый, 3 — суглинок буровато-коричневый, темно-серый, серый с 10—20% гальки и гравия, 4 — торф коричнево-осокосый различной степени разложения (от слабой до хорошей); 5 — скважина, ее номер и глубина (м). V_{IV} — современные эоловые отложения, — современные биогенные отложения, V_{IV} — верхнеплейстоценовые озерно-ледниковые отложения балтийской ледниковой стадии (свиты), V_{III} — верхнеплейстоценовые моренные отложения грядаской стадии (неманской подтепты). На врезке показан план расположения буровых скважин на участке Куршской косы 0—10 км и их номера.

ным, то разрезы северной (литовской) части косы надо относить к песчаному типу.

Торфяной и торфо-песчаный типы разрезов и залежи торфа

Уникальными являются залежи торфа среди эоловых песков. Некоторые из них достигают мощности 10 м и обладают характерными стогообразными и корытообразной формами (см. рис. 4, 5). Слабая уплотненность и разложенность растительных остатков в торфяных залежах приводит к тому, что даже при незначительной нагрузке они начинают уплотняться. Это вызывает проседание поверхности косы, размер которого зависит от мощности торфяных залежей: чем они больше, тем больше проседание.

Наиболее крупная залежь торфа выявлена в основании Куршской косы [Харин, Харин, 1998, 2006]. Она прослежена пятью скважинами вдоль косы (дороги), с 0 по 4 км (см. скв. 1–5, см. рис. 5). При этом торф заполняет впадину (долину, промоину) в моренном фундаменте. Наибольшая толщина торфа (10 м) приходится на 1-ый км косы (скв. 2), в обе стороны – к северу и югу от этой скважины залежь выклинивается. По площади торфяная залежь соответствует, очевидно, площади верхового болота Швентлунд, находящегося у основания косы. Оставалось невыясненным, прослеживается ли торфяная залежь поперек косы, т.е. от Куршского залива до Балтийского моря.

Сейчас появились новые данные, позволяющие полагать, что залежь торфа прослеживается в этом направлении. Это является свидетельством существования здесь сквозной долины-пролива, некогда отделявшего косу от материкового берега. В 2008 г. были пробурены 2 скважины (скв. 01 и 02) в районе второго километра косы на Балтийском побережье (см. рис. 5). Вскрытый ими слой торфа толщиной 3.7 м залегает на наклонной в сторону моря поверхности озерно-ледниковых верхнеплейстоценовых отложениях на глубине соответственно 1.16–4.8 м и 1.86–5.26 м ниже современного уровня моря с понижением в сторону моря. О наличии торфяной залежи в основании косы вблизи Куршского залива и в самом заливе свидетельствуют данные буровых скважин, приведенных в работах [Кунскас, 1970, Wichdorff, 1919]. Одна из скважин (см. скв. 9к, см. рис. 5), пробуренная у северного берега залива Слепой, вскрыла залежь торфа, которая прослежена от поверхности до глубины 6.3 м. Она залегает на озерных доголоценовых глинах. Другая скважина вблизи южного берега залива Слепой вскрыла слой сапропеля на глубинах 1.8–3.7 м от поверхности, а ниже, до глубины 5.8 м слой торфа, залегающий также на озерных доголоценовых глинах.

Еще в одной скважине (скв. 32), пробуренной в удалении от косы до 2.5 км от северного и южного берегов залива Слепой обнаружено выкли-

нивание торфяной залежи. Кровля озерных глин залегает на глубине 5.2 м, а ниже, на глубине 7.5 м, отмечена смена глин моренными валунными суглинками. Таким образом, торфяная залежь прослеживается в основании косы от юго-западного угла Куршского залива до берега Балтийского моря. Характерным является долинообразная (корытообразная) форма залежи торфа в поперечном сечении (см. рис. 5). Глубины залегания подошвы залежи в продольном сечении (вдоль долины) понижаются от Куршского залива в сторону моря от 6.3 до 8.0 м, что указывает на сток воды и вынос осадков в этом направлении вдоль долины. Выносились, очевидно, большей частью остатки растений (камыш, осоки и др.), произраставших в Куршском заливе и в прибрежной его части.

Заполнение палеопротолива остатками растительности происходило неравномерно. Об этом можно судить по разрезу скважин 1–5 (см. рис. 4, 5). Характерно, что в раннюю стадию развития пролива наряду с торфом отлагались линзы эолового песка, тогда как со стороны Зеленоградска их не обнаружено. Это может свидетельствовать о наличии дюнного рельефа на косе уже в то время и обвальном характере заполнения пролива песком. В среднюю стадию формирования пролива залежь торфа была наиболее широкой (более 5 км). Она выходила за пределы долины, выработанной в морене. После этого ширина залежи торфа стала постепенно сокращаться за счет наступления эоловой песчаной толщи с северной стороны пролива. Этот палеопроток, который мы его назвали Зеленоградским [Харин, Харин, 1998], не единственный участок косы, где развиты торфяники. Они встречены также в районе п. Лесной, где скважинами 8, 9, 16, 18 (см. рис. 5) вскрыты прослой и линзы торфа толщиной до 1.5 м, залегающие в основном в средней части разреза голоценовой песчаной толщи, очевидно, отвечающей максимальной стадии развития Зеленоградского пролива. Характерно, что здесь также существовал пролив, который выявили еще немецкие геологи и называли его проливом Броквист [Wichdorff, 1919]. В отличие от Зеленоградского существовал недолго и был заполнен преимущественно песком и меньше торфом. Аналогичные разрезы с маломощными (до 1 м) прослоями и линзами торфа встречены при буровых работах в районе дюны Матросова и п. Рыбачий (скв. 126, 127, 3а, 4а) (см. рис. 4). Торфяные залежи здесь также приурочены к средней части голоценовой осадочной толщи и, видимо, связаны с максимумом морской трансгрессии, в нижней части разреза развиты разнозернистые гравийно-галечные пески.

Гравийно-песчаный тип разреза

Этот тип разреза голоценовых отложений наиболее развит в районе биостанции, где выявлен бу-

ровыми скважинами 8а, 62, 64, 101, 9а (см. рис. 4). Грубообломочные песчано-гравийные осадки составляют нижнюю часть разреза, выполняя впадину в моренном фундаменте между двумя его выступами, расположенными в районах п. Лесной и дюны Матросова. Наибольшая мощность (более 12 м) отложений этого типа выявлена в скважине 9а, где нижняя часть разреза представлена песками. Моренный фундамент здесь не вскрыт.

Песчано-гравийные осадки на Куршской косе больше характерны для нижней части голоценовой толщи и лишь в районе п. Морской они встречаются в ее верхней части (скв. 13, 102, 161, см. рис. 4).

Илисто-песчано-сапропелевый тип разреза

Судя по данным бурения этот тип разреза верхнечетвертичной толщи косы весьма характерен для района п. Морской – г. Нида, где наряду с прослоями торфа (толщиной до 1.2 м) выявлены довольно мощные (до 6 м) горизонты сапропелей ($C_{орг}$ 10–15%), расположенные выше торфяных горизонтов (см. рис. 4). Эти осадки выполняют среднюю часть осадочной толщи, заполняющей впадину в моренном фундаменте, с наибольшей выявленной глубиной 43 м. Предполагается, что впадина служила руслом реки Палеонеман и была выработана ею в моренном фундаменте. Косвенным доказательством этому служит сокращение мощности моренной толщи с 45 м по борту долины до 3 м в ее тальвеге. Развитые выше в осадочном голоценовом чехле косы гравийно-песчаные отложения, очевидно, возникли при размыве моренного ложа в русле Палеонемана. По мере заполнения русла грубозернистыми осадками скорость течения реки ослабевала, русло и пойма заблачивались, чему способствовала и трансгрессия моря во время формирования средней части осадочной голоценовой толщи косы [Жиндарев, Кулаков, 1996]. Совокупное влияние этих факторов привело к интенсивному формированию илов, сапропелей и торфяников в средней части голоценовой толщи и в других типах разрезов.

Песчаные осадки косы

Пески – наиболее распространенный осадочный компонент Куршской косы. Ими сложено более 83% тела косы [Харин и др., 2008], считая от самой высокой дюны (около 60 м) и до самых глубоких врезов в моренный фундамент (около 40 м). Согласно существующей еще в конце XIX и начале XX веков классификации немецких геологов [Berendt, 1869, Wichdorf, 1919 и др.] выделяются пески нескольких типов: 1 – морские (пляжевые и в основании тела косы); 2 – авантюнные; 3 – неподвижных (древних, бурых) дюн; 4 – подвижных (кочующих, белых) дюн.

По данным В. Гуделиса [Гуделис, 1954], морские пески и дюны залегают на лагунных мергелях (современные илы, гиттии). Однако эти лагунные илы часто отсутствуют в геологических разрезах, т.к. были “выжаты” под весом кочующих высоких дюн. Вблизи их основания они иногда сохраняются в виде собранных в гармошку реликтов ила.

Сейчас большая часть песчаных дюн закреплена лесами, травами и кустарниками. Вдоль побережья косы тянутся высокие (10–12 м) песчаные валы – авантюны. Это природные или созданные человеком насыпи для защиты ее от действия морских волн. Быстрое покрытие первых 13 км косы растительностью обеспечивало закрепление поверхностного слоя навейного песка, этому благоприятствовало неглубокое залегание подстилающей морены. Далее до 22 км косы моренный фундамент опускается на глубину до 20 м и коса полностью состоит из гравия и песка. В районе поселка Рыбачий и южнее, до дюны Матросова, моренные валунные суглинки приподняты до поверхности косы. Здесь еще 2–1.5 тыс лет назад существовал заросший лесом остров под названием Кораллен Берг. Севернее, на 33 км косы, моренные отложения погружаются на глубину 40–43 м. С уходом морены на глубину резко замедлилось зарастание песков косы растительностью (по причине малой влагоемкости песков, бедности и подвижности грунта). Сами по себе песчаные осадки, особенно дюнные пески, слабоустойчивы. Кроме того, их устойчивость сильно снижают торфяные и сапропелевые залежи, присутствующие в значительном количестве, особенно на российской части косы.

Ранее, в начале первого тысячелетия до нашей эры и до XVI века, рельеф Куршской косы сильно отличался от современного. Пляж заканчивался грядой передовых белых дюн (авантюн) с комплексом растений псаммофитов. Белые дюны были разделены между собой “воротами развеивания” [Бадюкова и др., 2004]. Через них, в зависимости от погоды, прорывались внутрь косы морские волны и песок с пляжа и склонов авантюн. По мере накопления песка “ворота развеивания” закрывались новой, продвинутой вглубь косы дюной, состоящей из пляжевого песка и песка соседних дюн, т.е. поступающий с пляжа песок мигрировал внутрь косы.

В холодные и сухие климатические периоды преобладали процессы аккумуляции песка, а в теплые и влажные – процессы размыва авантюн. В прошлом, во время нерегулируемой человеческой деятельности, когда на косе вырубали лес, песчаные дюны приходили в движение, засыпая песком целые селения, превращая все вокруг в безжизненную пустыню. За авантюнами через понижения местности (“пальве”) формировались более защищенные от ветра серые дюны с более развитым растительным покровом. Они, в свою

Гранулометрический состав (% , вес.) песков из буровых скважин, пройденных на Куршской косе

№ скв.	Глубина отбора пробы, м	Фракции, мм						Наименование осадка
		5–2	2–1	1–0.5	0.5–0.25	25–0.1	<0.1	
По трассе газопровода г. Зеленоградск–п. Лесной								
3	2.0	0.6	2.8	14.0	75.1	5.2	2.3	Песок среднезернистый
4	5.0	1.2	2.5	6.7	79.2	8.4	2.0	»
6	3.0	0.5	2.9	8.5	75.3	10.3	2.5	»
7	1.5	0.5	6.5	9.6	71.3	10.3	1.8	»
7	2.0	0.0	3.4	10.3	75.4	9.7	1.2	»
7	3.0	0.0	2.8	8.9	76.0	9.8	5.3	»
7	3.5	0.0	2.9	10.3	76.2	9.6	1.0	»
9	3.0	0.5	4.8	9.8	72.6	10	2.3	»
В районе п. Морское								
	2	0.0	0.2	6.3	67.8	22.6	3.1	Песок среднезернистый
	4	0.0	0.1	4.5	60.6	28.6	6.2	»
	5	0.1	0.1	1.5	13.6	69.6	15.1	Песок мелкий
	8	0.1	0.1	1.5	52.6	37.2	8.5	Песок среднезернистый
	2	0.0	0.1	3.7	59.0	28.6	8.6	»
	4	0.0	0.1	3.4	56.9	32.2	7.4	»
	8	0.4	0.3	0.5	4.2	72.3	22.3	Песок мелкий
	10	0.4	0.7	3.0	23.5	65.7	6.7	»
	12	1.4	1.5	5.0	21.1	57.9	13.1	»
	8	1.7	2.9	7.7	30.5	45.0	12.2	»

очередь, также пониженными участками отделялись от самых старых дюн, покрытых лесом. Междюнные понижения часто имели высокий уровень грунтовых вод и были заболочены. В периоды массового движения песков подвижные дюны заполняли междюнные понижения.

Таким образом, рельеф косы был сильно пересеченным и состоял из соединяющихся между собой, местами перекрывающих друг друга, параболических дюн двух генераций [Гуделис, 1954]. Растительный покров, который сохранял эти дюны от эрозии в течение последних 2000 лет, отличается большим разнообразием – от засухоустойчивых псамофитов на подвижных дюнах до гигрофитов в понижениях и эвтрофитов на самых старых почвах [Бадюкова и др., 2004].

В настоящее время параболические дюны на российской части косы отсутствуют. Они находятся севернее г. Нида.

ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСАДКОВ

Из предыдущих описаний типов геологических разрезов ясно, что Куршская коса является разнородным телом, в составе которого участвуют различные литологические и фациальные типы

осадков (морские, пляжевые, лагунные, озерные, эоловые, русловые). Естественно, что различные типы осадков обладают разными инженерно-геологическими, физико-механическими, химическими и другими свойствами и составом, которые следует учитывать в практических целях, в том числе геологических, рекреационно-оздоровительных, строительных и других. Общий объем верхнечетвертичных осадков российской части Куршской косы составляет более 6 млрд м³. На долю песков и песчано-гравийных осадков приходится более 5 млрд м³. Биогенные осадки (торф и сапропели, торфо-песчаные смеси) составляют около 0.5 млрд м³, примерно столько же на остальные типы осадков [Харин и др., 2008].

Пески

Верхняя часть осадочного чехла сложена в основном песками различной крупности и разной фациальной и генетической принадлежности (эоловые, морские, пляжевые, дельтовые, речные, озерные).

По гранулометрическому составу пески косы довольно разнообразны. Они различаются и в разных участках косы. Так, на трассе газопровода от г. Зеленоградска до п. Лесной в разных гори-

зонтах песчаной толщи на глубинах от 1.5 до 5 м существенно преобладают пески средней крупности. А в районе п. Морское песчаная толща на глубинах от 2 до 12 м представлена на 50% песком средней крупности и на 50% мелким песком, нередко с высоким содержанием (до 22%) алевритовой фракции (таблица).

Торф, сапропели, песчано-торфяные и сапропелевые смеси

Эти биогенные осадки не пользуются на косе широким распространением, но имеют важное значение для восстановления геологической истории и эволюции Куршской косы, а также для прогнозирования степени устойчивости отдельных участков косы. Самая крупная из известных на Куршской косе залежь торфа находится у ее корневой части. Она прослежена бурением от восточной окраины Зеленоградска от 1-го километра до 5 км косы в сторону п. Лесной. К 5-му км косы залежь постепенно выклинивается. Буровыми скважинами она вскрыта в осевой части косы, где мощность ее достигает 9–10 м (скв. 2, см. рис. 5). На побережье Балтийского моря, в двух км к северу от г. Зеленоградска, она пробурена двумя скважинами (толщина залежи до 4 м), в юго-западном углу Куршского залива – тремя скважинами (толщина ее до 6.3 м). Предполагается [Харин, Харин, 1998], что торф накопился в бывшем проливе (Зеленоградском), который служил одновременно руслом палеореки (Деймы?). В пользу этого предположения свидетельствуют: 1 – характерный русловый врез в морену и уклон дна врез в сторону моря.

Торф представляет собой скопления слабо разложившихся остатков растений, которые и сейчас произрастают на окраинах Куршского залива. Это камыши, осоки, остатки кустарников, веток деревьев и другой флоры. Цвет торфа от светло-коричневого до черного, у более разложившегося торфа. Он обычно водонасыщен, в нем встречаются прослой и линзы песка. Плотность торфа 1.0–1.06 г/см³, т.е. при затоплении пролива соленой водой залежь торфа может всплыть, как плот. По-видимому, заполнение палеопролива – русла биогенными осадками происходила плавающими осоково-тростниковыми скоплениями (плотами) при колебаниях уровня моря. Природная влажность торфа от 2.34% до 11.5%, что зависит от степени разложения и уплотнения. Коэффициент пористости – 5.66 (по одной пробе), потери при прокаливании от 20% до 80%, что зависит от примеси песка, ила и минеральных включений.

Судя по данным бурения, на разных участках косы встречаются довольно многочисленные мелкие залежи торфа (толщиной до 1 м) и обломки торфа в песках. Эти залежи могли формироваться как в небольших промоинах, иногда, види-

мо, даже “сквозных” (от моря до залива), так и в пониженных и заболоченных участках косы.

Сапропели и песчано-сапропелевые отложения наиболее развиты в районе п. Морское – г. Нида. Они, а также многочисленные прослой торфа вместе с песком заполняют здесь впадину, бывшее русло р. Палеонеман, выработанную в моренном фундаменте. Толщина слоев сапропеля достигает 6 м (скв. 12) (см. рис. 4), а вместе с гиттией (сапропелистым лагунным илом) – 18 м. Такие слои встречаются в 7 скважинах, и обычно приурочены к средней и реже к нижней частям позднечетвертичного осадочного чехла. Не исключено, что от п. Морское до г. Ниды развит непрерывный довольно мощный (до 18–20 м) горизонт сапропелей и лагунных сапропелистых илов. Физико-механические свойства этих осадков не изучены.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Куршская коса в генетическом отношении большинством исследователей рассматривается как песчаная пересыпь [Гуделис, 1954; Блажчишин и др., 1982; Болдырев и др., 2008]. Образование и эволюция косы осуществляется согласно разработанному В.П. Зенковичем [1962] правилу “абразионно-аккумулятивной пары”, т.е. происходит разрушение берегов Самбийского полуострова и его подводного склона, формируется вдольбереговой поток наносов, который господствующим западным течением транспортируется в северо-восточном направлении и создает аккумулятивную песчаную пересыпь – Куршскую косу (см. рис. 1).

В результате наших исследований было выявлено, что на Куршской косе преобладают следующие четыре типа разрезов верхнечетвертичных отложений:

- Торфяной – 0–4 км косы от г. Зеленоградска;
- Торфо-песчаный – 4–16 и 25–31 км косы;
- Гравийно-песчаный – 16–25 и 31–41 км косы;
- Илисто-песчано-сапропелистый – 41–53 км косы.

Как видим, Куршская коса имеет сложный состав, а также различную мощность слагающих ее осадочных образований голоцена. Преобладающими являются пески, торф, сапропели, песчано-гравийные и торфо-сапропелевые, илисто-сапропелевые смеси.

Судя по геологическим данным увеличение погруженности верхнеплейстоценового моренного фундамента и возрастание мощности голоценового чехла в северном направлении происходят за счет вертикальных (тектонических) перемещений блоков земной коры, происходящих и в наше время после снятия ледниковой нагрузки [Куршская коса ..., 2008]. С ними, скорее всего,

связаны и происходящие время от времени в районе землетрясения.

Указанные геологические особенности Куршской косы необходимо учитывать при возведении различных сооружений, в том числе и берегозащитных. Для этого необходимы детальные инженерно-геологические исследования участков строительства. Следует подчеркнуть, что некоторые геологические объекты являются уникальными, например высокие дюны с признаками проседания и выжимания поддюнных лагунных отложений, собранных в складки. Эта, так называемая, гравитационная складчатость – редкий геологический феномен.

Состав верхнечетвертичных осадков и их мощности имеют важное значение для устойчивости косы и сохранения ее существующего сейчас облика. Пока не известно насколько далеко выделенные типы разрезов и осадков прослеживаются на подводных склонах косы и как конкретно их формирование было связано с существующими сейчас и, видимо, существовавшими ранее вдольбереговыми потоками наносов. Судя по гранулометрическому составу отложений современного вдольберегового потока наносов [Блажчишин, 1998а], он не мог сформировать существующие типы верхнечетвертичных осадков и разрезов Куршской косы.

Они могли образоваться в результате размыва дна моря и подводного склона косы. Имеющиеся данные о размыве дна и выбросе на берег косы его продуктов свидетельствуют о том, что на прилегающих к косе участках развиты торфяные залежи, пески, илы, валуны, галечники, гравий. Мощность и состав этих осадков на дне прилегающей акватории моря коррелируются с типами разрезов верхнечетвертичных отложений Куршской косы. Так малая мощность верхнечетвертичного чехла и

выхода моренного фундамента на подводном склоне, как и на косе, отмечаются от г. Зеленоградска до пос. Лесной. В этой же части косы происходит усиленный размыв морского берега. Это может свидетельствовать о дефиците осадков на подводном склоне.

Севернее п. Рыбачий, где развит довольно мощный (до 40 м) осадочный чехол, морской берег наоборот, наращивается, является аккумулятивным, т.е. здесь дефицита осадков нет. Возникают вопросы, не продолжается ли этот чехол с косы на подводный склон и не служит ли он источником осадочного материала, который при штормах размывается и выбрасывается на побережье косы? Эти вопросы являются весьма актуальными для определения будущего развития косы. Их решение может дать ответ на кардинальный вопрос о длительности существования Куршской косы в современном виде, после того как основательно укрепят размываемые берега Самбийского (Калининградского) полуострова и перехватят

вдольбереговые потоки наносов, приносящие, как полагает подавляющее большинство исследователей, на Куршскую косу осадки, обеспечивающие ее существование.

Явления, угрожающие косе со стороны моря и залива

Куршская коса, как и другие аналогичные косы – пересыпи, возникают при определенных условиях взаимодействия моря и суши. Размыв берегов, мелководных участков дна, наличие вдольбереговых течений, наличие островов – препятствий на пути течений, определенная конфигурация и береговой линии и морских течений – вот далеко не полный перечень этих условий. Для Куршской косы существенную роль играют также такие обстоятельства, как наличие крупного Куршского залива и впадающих в него нескольких рек (Неман, Дейма и др.) выносящих осадки. Важное значение имеют колебания уровня моря и залива.

Устойчивость Куршской косы как геологического тела во времени зависит не только от состава осадков, слагающих это тело, но и в очень значительной мере от условий, существующих в Балтийском море и в Куршском заливе, и процессов, происходящих там, и весьма изменчивых. Рассмотрим некоторые из них, наиболее важные для устойчивости косы и представляющих опасность для ее стабильного существования.

В настоящее время наиболее вероятными и опасными для Куршской косы *со стороны моря* процессами являются: 1 – сокращение поставки осадочного материала на косу из вдольбереговых потоков; 2 – наблюдаемое повышение уровня моря и усиление размыва берегов косы.

Кратко рассмотрим их. Сейчас почти общепринято мнение о том, что морской берег косы более или менее стабилен в результате подпитки наносами из вдольбереговых потоков, которые формируются в основном при размыве обрывистых берегов Самбийского полуострова. Но постоянные и все возрастающие мероприятия по укреплению берегов – строительство различных защитных сооружений (портов, подводных сооружений, молов, бунов, каменных стенок и т.д.) – могут привести к тому, что этот источник иссякнет. Это несомненно вызовет размыв берегов косы, невозобновляемых после штормов из-за дефицита осадков. В первую очередь будут размывы берега, сложенные рыхлыми и неустойчивыми осадками (торфом, песком, илами). Размыв будет усиливаться и в тех местах, где на прилегающем подводном склоне на поверхность дна выходят устойчивые к размыву морено-валунные осадки, т.к. они не поставляют осадочный материал для восстановления размываемых берегов косы.

Предполагается, что в настоящее время происходит глобальное потепление климата, вызываю-

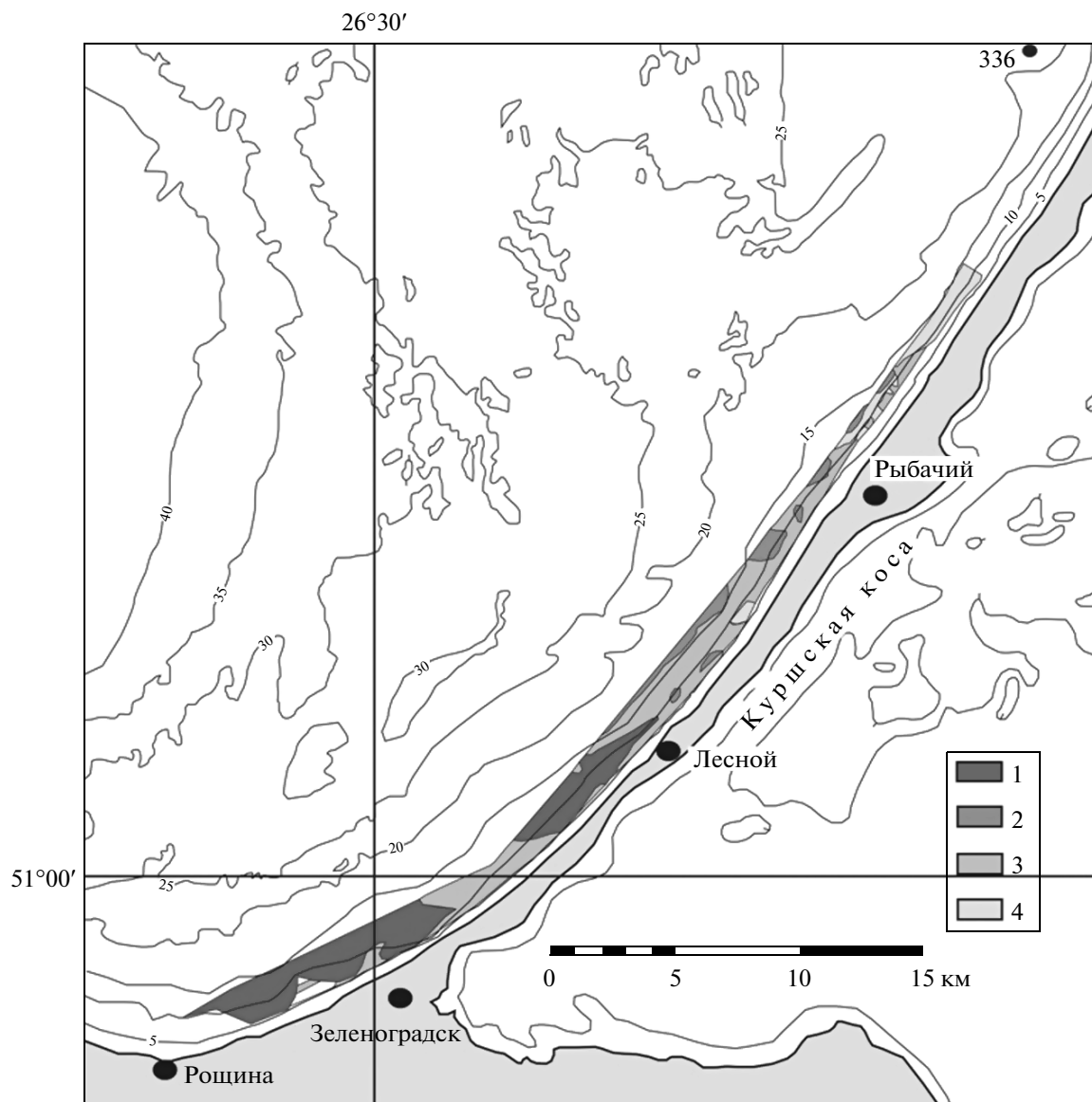


Рис. 6. Проявление седиментационных процессов на подводном береговом склоне [Жамойда и др., 2006].

1 – зона интенсивного размыва морского дна (широкое распространение валунно-галечного материала, локальные выходы на поверхность дна подстилающих плотных отложений, расчлененный микрорельеф дна); 2 – зона слабого размыва морского дна (широкое распространение гравийно-галечного материала, грубозернистых песков, близповерхностное расположение подстилающих плотных отложений, выположенный микрорельеф дна); 3 – зона “транзита” (на фоне выровненной поверхности морского дна, сложенной мелко-тонкозернистыми песками, наблюдаются поля более грубозернистых несортированных песков с хорошо проявленными знаками ряби); 4 – зона аккумуляции мелко- и тонкозернистых песков, выровненная поверхность морского дна.

щее таяние льдов Северного Ледовитого океана, ледников Антарктиды и Гренландии и повышение уровня океана. Об этом свидетельствуют исследования ученых разных научных учреждений, обзор которых приведен в журнале Science [Таят ..., 2009] Повышение уровня Мирового океана происходит также и в результате увеличения объема океанской воды за счет ее теплового расширения. Потепление вызывает усиление ветров и штормовой деятельности Балтийского моря, которое в

целом является “ветровым коридором” для атлантических воздушных масс [Тупикин, 1997]. В последние годы количество экстремальных штормов, вызывающих сильные размывы пляжа и авантюны, увеличилось в 2–3 раза [Болдырев и др., 2008]. Палеорекострукции показывают, что при прогрессирующем подъеме уровня Балтийского моря в голоцене усиливался размыв берегов и пляжей косы. Они разрушались, а осадки течениями и ветрами перемешались согласно их на-

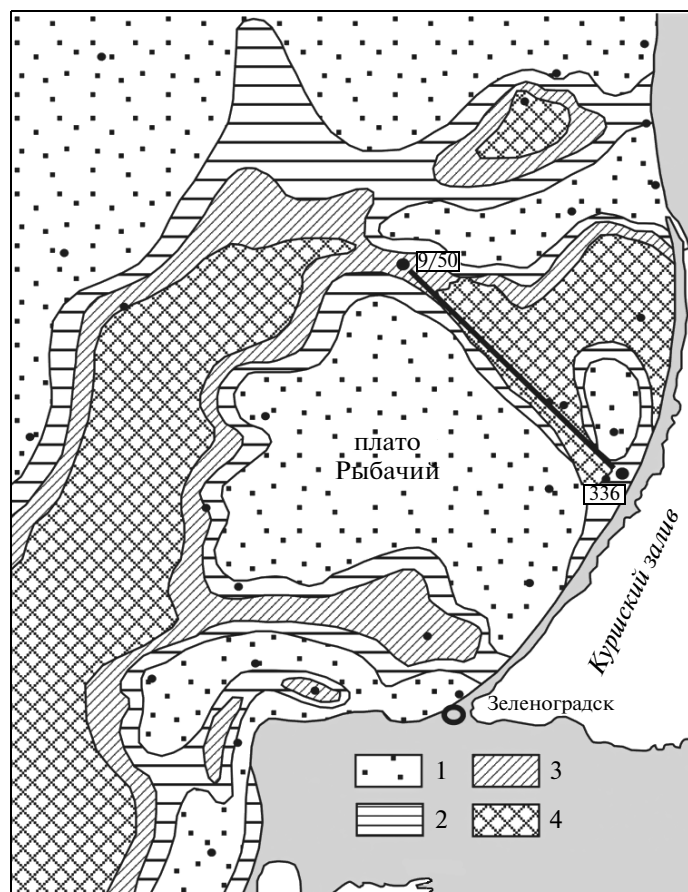


Рис. 7. Схема распределения мощностей голоценовых осадков в юго-восточной части Балтийского моря.

Точки — местоположения станций. Линия 9/30-336 — геологический разрез по колонкам, приведенным на рис. 8 по [Блажчишин и др. 1982] с изменениями и дополнениями.

1–4 — мощности осадков, м: 1 — <1, 2 — 1–2, 3 — 2–3, 4 — >3.

правлениям. Все это приводило к тому, что коса мигрировала в северо-восточном направлении, перекрывая осадки Куршского залива [Блажчишин и др., 1982]. Сейчас пока еще не достигнут тот критический уровень моря, при котором начинается миграция косы. Признаки ее уже наблюдаются в отдельных участках, где чаще происходят прорывы авандюны [Болдырев и др., 2008]. Надо думать, что усиленная миграция косы начнется после того, как она распадется на отдельные острова, которые тоже будут мигрировать на северо-восток.

Согласно данным В.А. Жамойда с соавторами [2008], проводившими исследования прибрежного морского мелководья южной части Куршской косы с помощью гидролокатора бокового обзора, от г. Зеленоградска до п. Лесного преобладают процессы интенсивного размыва дна моря. Севернее, до п. Рыбачий, развиты зоны слабого размыва и транзита осадков. К северу от Рыбачьего — зона аккумуляции мелко- и тонкозернистых песков (рис. 6).

При сопоставлении этих данных со схемой мощностей голоценовых осадков в юго-восточной части Балтийского моря (рис. 7) видна обратная коррелятивная зависимость между интенсивностью размывов и мощностью голоценовых осадков. А там, где мощность осадков голоцена наибольшая (>3 м) размывы дна вообще отсутствуют, сменяясь аккумулятивными процессами. Следовательно, можно сделать вывод о том, что интенсивность донной эрозии зависит не только от дефицита вдольберегового потока наносов, идущего со стороны Самбийского полуострова, а также от мощности развитых на дне моря голоценовых осадков.

Наличие довольно мощной осадочной толщи голоцена на дне моря к северу от п. Рыбачий и п. Морской подтверждается геологическим разрезом, составленным нами по данным 4 колонок (рис. 8). Обращает на себя внимание тот факт, что колонки 336 и 1070, расположенные на склоне косы имеют более полный набор стратиграфических единиц по сравнению с колонкой 9/30 расположенной у подножия склона, что свидетель-

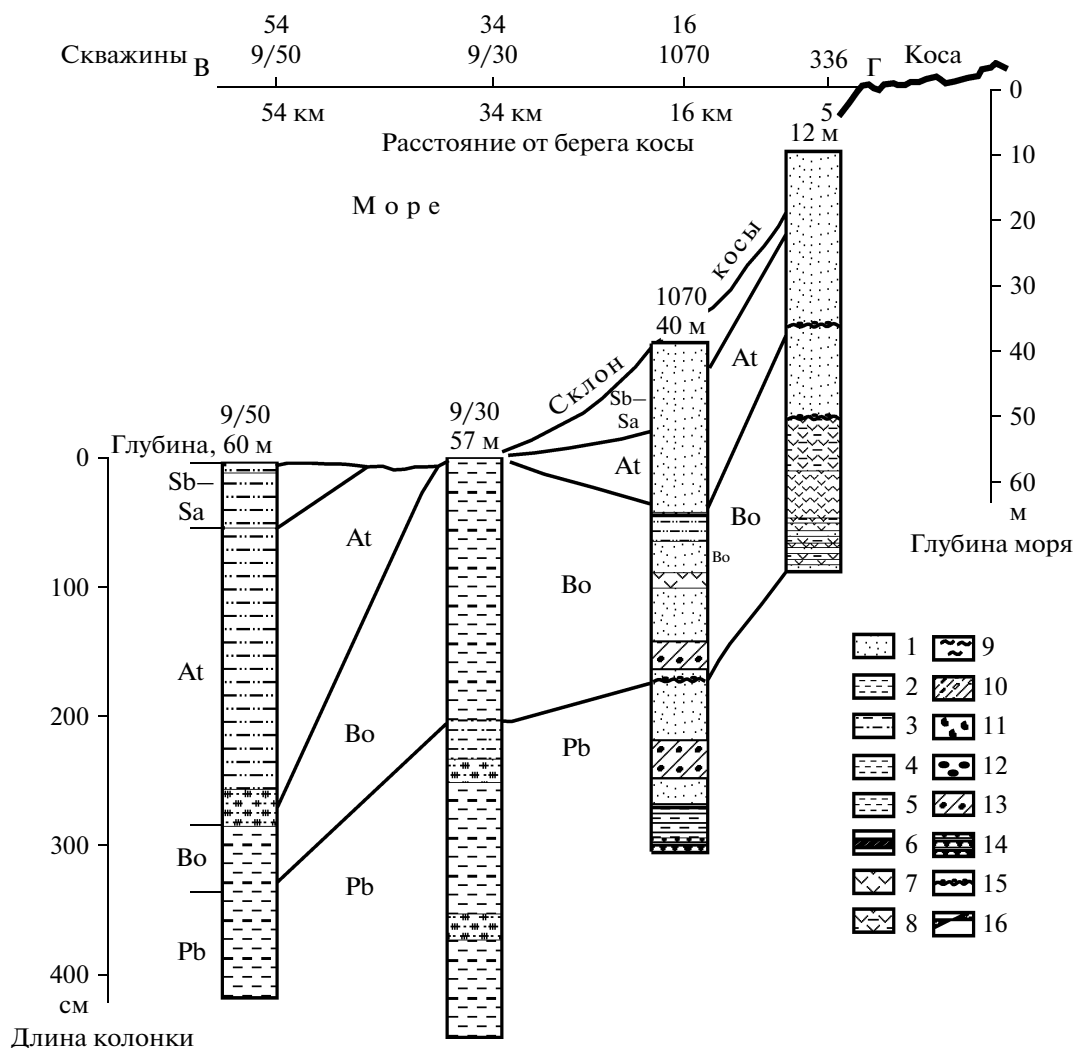


Рис. 8. Геологический разрез голоценовых отложений подводного склона Куршской косы по линии В–Г. Положение разреза и станций показано на рис. 7. При составлении разреза использованы описания колонок А.И. Блажишина с соавторами [1982].

1 – пески; 2 – крупные алевриты; 3 – алевриты нерасчлененные; 4 – мелкоалевритовые илы; 5 – алевритово-пелитовые илы; 6 – прослой черных и темносерых илов; 7 – торф; 8 – торфянистые илы и алевриты; 9 – глины гомогенные нижнеголоценовые и плейстоценовые; 10 – морена; 11 – ракушечный детрит; 12 – включения гидротроилита; 13 – косослоистые (дельтовые?) осадки; 14 – глины микроленточные и ленточные; 15 – базальные горизонты; 16 – линзовидные включения песков, алевритов. Pb, Bo, At, Sb, Sa – климатические периоды по данным споро-пыльцевого анализа.

существует о существовании размывов присклоновых осадков голоцена глубинными течениями и возможном выносе их на косу при затухании штормов.

Таким образом, еще раз подтверждается сделанный выше вывод, что подпитка косы осадочным материалом и ее восстановление зависит не только от вдольберегового потока наносов, но и от наличия на подводном склоне косы местных, легко размываемых донными течениями и штормами осадков. Вопрос о том, насколько велика их доля в регенерации косы требует дополнительного изучения.

Наибольшими угрозами устойчивости Куршской косы со стороны залива являются: 1 – интенсивное обмеление и занос осадками отдельных участков Куршского залива; 2 – нагоны морской воды и повышения уровня воды залива; 3 – возможное, независимое от Балтийского моря, повышение уровня воды в заливе. Эти явления связаны между собой, т.к. занос залива осадками, особенно в северной его части, вызывает повышение уровня воды в нем из-за ослабления стока вод, приносимых в залив реками.

Сейчас, вследствие ветрового переноса песка с дюн в залив происходит обмеление его прибреж-

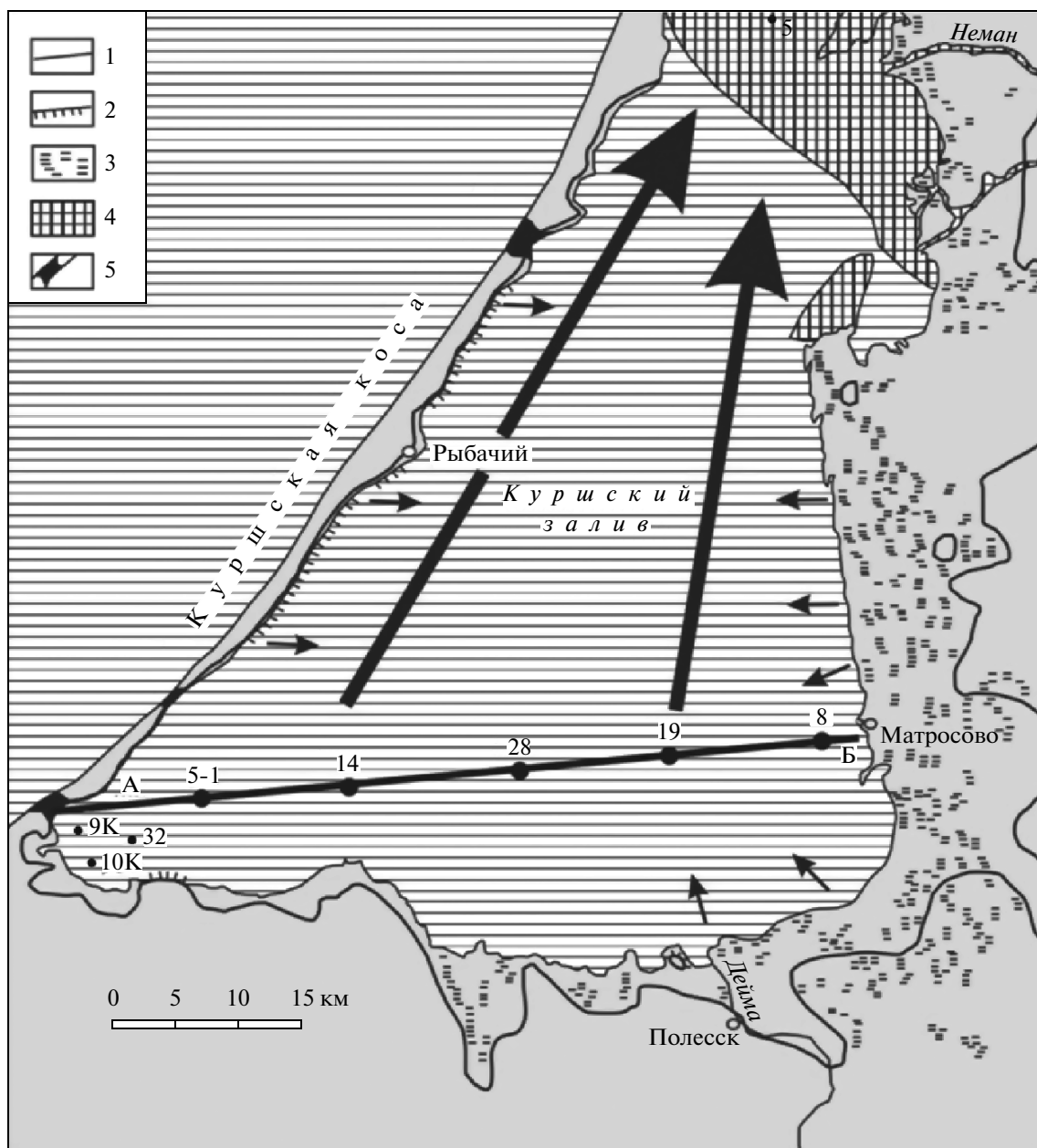


Рис. 9. Схема возможного затопления берегов Куршского залива при подъеме уровня моря на 1.5 м, по [Жиндарев, Кулаков, 1996] с добавлениями.

1 – граница возможного затопления морем; 2 – участки усиления и возобновления размыва берегов при подъеме уровня моря; 3 – современные заболоченные и переувлажненные территории; 4 – мелководные участки залива с возможным осушением; 5 – участки косы, где возможен ее прорыв и образование проливов. Стрелками показано направление переноса осадочного материала в заливе. А–Б – положение разреза (см. рис. 10), геологические колонки и их номера.

ной зоны, и местами двухметровая изобата переместилась к центру залива на расстояние свыше 200 м. Это ведет к ползучей абразии заливного берега, т. к. в результате штормового нагона волн на мелководье формируется мощный отток нагонных волн, интенсивно размывающих низкий песчаный берег залива. В итоге, в настоящее время наблюдается уменьшение ширины косы со сторо-

ны залива, а площадь мелководья растет. Другим угрожающим фактором для заливной части берегов косы является то, что Клайпедский пролив и северо-восточная часть Куршского залива интенсивно мелеют, заносятся осадками, выносами р. Неман, Дейма и вдольбереговыми потоками наносов, имеющих преобладающее северное направление (рис. 9).

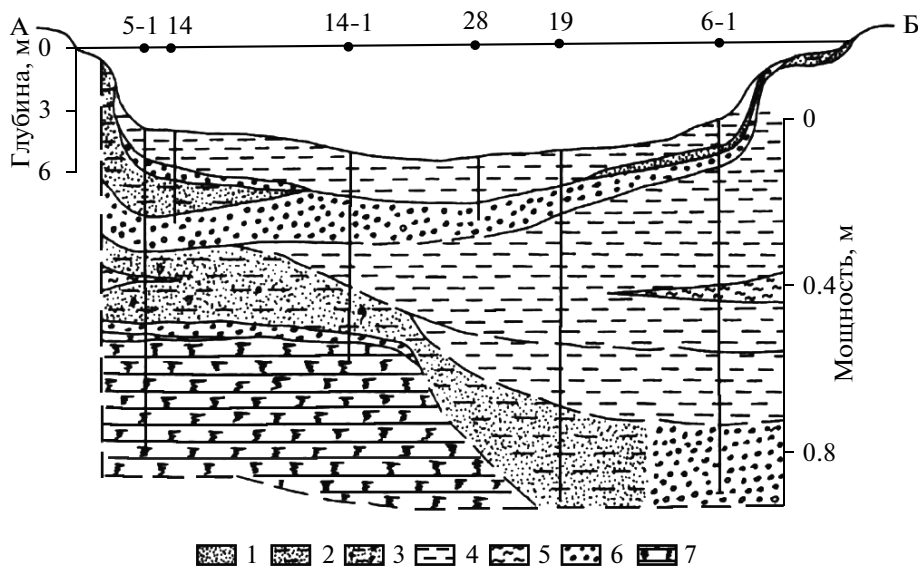


Рис. 10. Геологический разрез через южную часть Куршского залива по линии А–Б, по [Pustelnikovas, 1998] с дополнениями и изменениями. Положение линии разреза показано на рис. 9.

1 – песок; 2 – крупный алеврит; 3 – алевритовый ил с ракушками; 4 – алевроглинистый ил с ракушками; 5 – тоже с полужидкими интервалами; 6 – раковинный детрит; 7 – торф.

Характерно, что систематические дноуглубительные работы в Клайпедском проливе не предотвращают заноса и обмеления северной части Куршского залива. А чрезмерное углубление судоходного канала, наоборот, вызывает катастрофические обвалы и оползни берегов и обмеление пролива. Северная часть залива настолько обмелела, что теряет судоходное значение, а южная его часть по-прежнему остается достаточно глубокой и судоходной. Но это для российской части Куршской косы это имеет и отрицательное значение, т.к. штормовое и волновое воздействие на берег со стороны залива здесь более сильное, чем в литовской части косы.

Заносимость осадками Куршского залива наблюдается и в его южной части. Это хорошо видно на геологическом разрезе А–В (рис. 10). Со стороны косы толщина прослоев песка больше, чем у материкового берега (справа), где преобладают илистые осадки, что свидетельствует о эоловом привносе, а также гранулометрической сепарации переносимого материала в залив. Аналогичная сепарация наблюдается и при рассмотрении колонок осадков южной и северной частей залива (рис. 11). При этом видно, что скорость седиментации на севере значительно больше, чем на юге.

В результате обмеления и заносимости осадками северной части Куршского залива через 20–30 лет сток через Клайпедский пролив может прекратиться, что вызовет повышение уровня воды в заливе и перелив части вод через низкие части косы в море. Однако и этот сток будет недостаточен, и уровень Куршского залива будет расти до тех значений, которые приведут к прорыву косы со сто-

роны залива. Прорыв может произойти между поселком Морской и г. Нида [Pustelnikovas, 1998] или, по нашему мнению [Харин, Харин, 1998], в прикорневой части косы, где ранее существовал Зеленоградский пролив.

Повышение уровня моря и залива даже на 1–1.5 м в результате наблюдаемого глобального потепления и таяния ледников Антарктиды и Гренландии вызовет затопление низменных участков косы и материкового побережья Куршского залива (см. рис. 9). Такие моменты в геологической истории Балтики уже отмечались [Жиндарев, Кулаков, 1996].

Таким образом, с геологической точки зрения наиболее неустойчивыми в пределах Куршской косы являются участки, где ранее существовали проливы (палеопроливы). Среди них выделяются наиболее крупные – Зеленоградский и Нидденский. Развитые здесь торфяники и сапропели сейчас уплотняются, поверхность их проседает и происходит затопление. Это будет усугубляться по мере антропогенного воздействия и повышения глобального уровня моря (океана) и локального (в Куршском заливе), что может привести к прорыву косы, разъединению ее на отдельные острова и быстрому их размыву в условиях наступающего моря.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Куршская коса – эфемерное геологическое образование, возникшее в современном виде около 5 тысяч лет назад в результате взаимодействия разных факторов (удачная конфигурация мор-

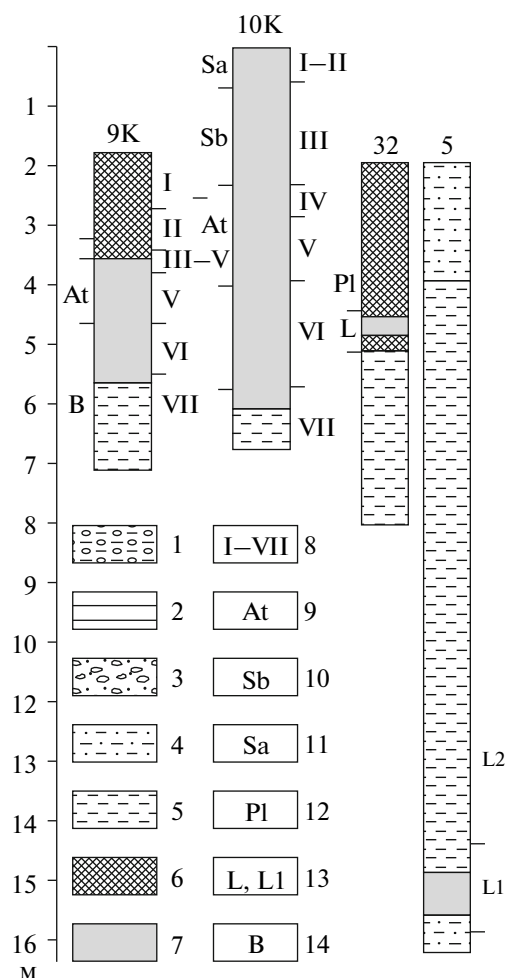


Рис. 11. Сопоставление литологических разрезов голоценовых отложений по скважинам, пробуренным в южной (9К, 10К, 32) и северной (5) частях Куршского залива. Положение скважин показано на рис. 9.

1 – валунный суглинок; 2 – озерная глина и алевроит; 3 – песок с гравием; 4 – илистый песок; 5 – ил (гиттия); 6 – сапропель; 7 – торф; 8 – спорово-пыльцевые зоны; 9–13 – стадии развития Балтийского моря: 9 – атлантическая, 10 – суббореальная, 11 – субатлантическая, 12 – постлиториновая, 13 – литориновая; 14 – бассейн солоновато-водный, по [Бадюкова и др., 2006].

ских берегов и вдольбереговых морских течений, наличие легкоразрушаемых береговых и донных отложений, отмелей и островов на пути потока наносов, более или менее стабильный уровень моря и т.д.). До этого, в период трансгрессирующего Балтийского моря, разрозненные участки косы мигрировали вслед за отступающей береговой линией, пройдя за 3 тысячи лет путь с запада на восток до 30–50 км [Блажчишин, 19986; Блажчишин и др., 1982; Харин, 1986].

Коса – сложное по составу тело, состоящее из генетически разнородных песчаных и гравийных осадков, илов, торфа, сапропелей, залегающих на

ледниковых отложениях. Моренные валунные суглинки в южной части косы залегают близко к поверхности косы и ранее, очевидно, были отмелями и островами, вдоль которых формировалась Куршская коса. В них существуют довольно глубокие врезы (от 10 до 43 м), которые ранее представляли собой проливы и речные долины, а сейчас заполнены торфом, сапропелем, илами, песком, гравием. Выделенные в работе 4 типа разрезов в разных участках российской части косы (торфяной, торфо-песчаный, гравийно-песчаный, илесто-песчано-сапропелистый) обладают различной степенью устойчивости как к природным, так и антропогенным воздействиям. При неблагоприятных условиях развития природной среды (прогрессирующее повышение уровней моря и залива, усиление штормовой деятельности) и при уменьшении наносов вдольбереговых потоков в результате укрепления размывающихся берегов Самбийского (Калининградского) полуострова строение Куршской косы, особенно ее южной (русской) части, может серьезно нарушиться. Берега косы начнут разрушаться. Дальнейшее повышение уровня воды в море при продолжении глобального потепления, а в Куршской лагуне за счет обмеления ее северной части, через которую проходит сток речных вод Немана, Деймы и других рек, может привести к прорыву косы. В первую очередь это произойдет в местах бывших проливов, сейчас заполненных торфом и сапропелем. Весьма неустойчивыми при повышении уровня воды в море и заливе являются и песчаные осадки, которые и сейчас, при современном уровне, размываются и разрушаются ветром и нагонами воды. В истории освоения Куршской косы уже были времена (XVI–XVIII века), когда ее интенсивное заселение и урбанизация привели к “песчаным катастрофам”. Движение кочующих дюн засыпало поселки и тевтонские замки [Куршская коса ..., 2008]. Такие дюны и сейчас занимают до 20–30% площади русской части косы.

Проекты планировки (австрийская компания “Roland Berger Strategy Consultants” и российское ЗАО “Курортпроект”) по созданию на Куршской косе туристско-рекреационной зоны далеки от того, чтобы учитывать специфику природных условий и сохранность природных комплексов косы. Австрийский проект первой был заблокирован, а российский – третий раз передельвается. Не следует проектировщикам игнорировать и возможность катастрофических природных событий. По нашим данным [Харин, Харин, 1998, 2006; Харин и др., 2008] Куршская коса – слабоустойчивое геологическое сооружение, весьма подверженное разрушению и миграции в условиях трансгрессирующего сейчас моря [Жиндарев, Кулаков, 1996] и повышающейся антропогенной деятельности. К такому же мнению пришли международные эксперты – береговники Польши, России и Литвы отметив, что “в пределах двух по-

колений людей, возможно, что полуостров Хель, Вислинская и Куршская косы могут быть безнадежно разрушены” [Состояние ..., 2008, с. 145]. По нашему мнению, оптимальным вариантом застройки Куршской косы являются малоэтажные (до 2-х этажей) легкие и быстроработаемые сооружения. При их возведении и обустройстве инфраструктуры на участках особой экономической зоны туристско-рекреационного типа должны учитываться природные условия и уникальность Куршской косы.

Авторы благодарны руководству ООО “Геоид” за предоставленные данные инженерно-геологического бурения на Куршской косе и Д.В. Ерошенко за электронное оформление рисунков статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бадюкова Е.Н., Жиндарев Л.А., Лукьянова С.А., Соловьева Г.Д.* Геоморфология Куршской косы // Прибрежная зона моря: Морфодинамика и геоэкология (Материалы Международной конференции). Калининград: Изд-во КГУ, 2004. С. 65–70.
- Бадюкова Е.Н., Жиндарев Л.А., Лукьянова С.А., Соловьева Г.Д.* Геолого-геоморфологическое строение Куршской косы и некоторые этапы ее развития // Геоморфология. 2006. № 3. С. 37–48.
- Блажчишин А.И.* Техногенная седиментация в Юго-Восточной Балтике (Калининградское побережье) // Проблемы изучения и охраны природы Куршской косы. Калининград: ГП “КГТ”, 1998а. С. 68–86.
- Блажчишин А.И.* Затопленные дюны и залежи стройматериалов на морском подводном склоне Куршской косы // Проблемы изучения и охраны природы Куршской косы. Калининград: ГП “КГТ”, 1998б. С. 59–67.
- Блажчишин А.И., Болдырев В.Л., Ефимов А.Н., Тимофеев И.А.* древнебереговые уровни и образования в юго-восточной части Балтийского моря // Балтика. Вильнюс. 1982. № 7. С. 57–64.
- Болдырев В.Л., Бабыкина В.П., Бурнашов Е.М.* Состояние берегов Куршской косы после зимнего штормового периода // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка “Куршская коса”. Калининград: Изд-во РГУ им. И. Канта, 2008. С. 105–113.
- Географический атлас Калининградской области. Калининград: Изд-во КГУ ЦНИТ, 2002. 276 с.
- Гуделис В.К.* Некоторые данные о строении и развитии пересыпи Куршю Неринга // Труды ИО АН СССР. 1954. Вып. X. С. 62–69.
- Жамойда В.А., Рябчук Д.В., Кропачев Ю.В. и др.* Проявления современных литодинамических процессов в береговой зоне Куршской косы // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка “Куршская коса”. Калининград: Изд-во РГУ им. И. Канта, 2008. С. 149–165.
- Жиндарев Л.А., Кулаков В.И.* Уровненный режим Балтийского моря в голоцене // Известия АН СССР. Сер. географ. 1996. С. 55–66.
- Загородных В.А., Кунаева Т.А.* Геология и полезные ископаемые Калининградского региона. Калининград: Янтарный сказ, 2005. 174 с.
- Загородных В.А., Довбня А.В., Жамойда В.А.* Стратиграфия Калининградского региона. Калининград: Изд-во КГУ, 2001. 226 с.
- Зенкович В.П.* Основы учения о развитии морских берегов. М.: Недра, 1962. 709 с.
- Кунскас Р.* По поводу развития залива Куршю-Марис, дельты реки Нямунас и прибрежных болот // История озер // Труды Всесоюзного симпозиума по основным проблемам пресноводных озер. Т. 2. Вильнюс: Минтис, 1970. С. 391–411.
- Куршская коса. Культурный ландшафт. Калининград: Янтарный сказ, 2008. 432 с.
- Орленок В.В., Кружалин В.Н., Жиндарев Л.А.* Геоморфология и экология юго-восточного побережья Балтийского моря: проблемы его защиты, консервации и менеджмента // Прибрежная зона моря: морфодинамика и геоэкология (Материалы Международной конференции). Калининград: Изд-во КГУ, 2004. С. 7–17.
- Состояние прибрежной зоны Юго-Восточной Балтики / Ed. Gilbert C. Gdansk: Drukarnia. 2008. 166 с.
- Тают ледниковые щиты Гренландии и Антарктиды. Климат Арктики за последние 2000 лет // Природа. 2009. № 12. С. 80–81.
- Тупикин С.Н.* Сильные ветра Балтийского моря (анализ, статистика, типизация). Калининград: Изд-во КГУ, 1997. 96 с.
- Харин Г.С.* Древнебереговые линии и уступы на дне Гданьского залива и Центральной Балтики // Процессы осадконакопления в Гданьском бассейне (Балтийское море). М.: Ин-т океанологии АН СССР, 1986. С. 25–30.
- Харин Г.С., Харин С.Г.* Геологическое строение Куршской косы и ее подводных склонов // Проблемы изучения и охраны природы Куршской косы. Калининград: ГП “КГТ”, 1998. С. 318–329.
- Харин Г.С., Харин С.Г.* Геологическое строение и состав Куршской косы Балтийское море // Литология и полезные ископаемые. 2006. № 4 С. 354–361.
- Харин Г.С., Жуковская И.П., Харин С.Г.* Типы позднечетвертичных осадков и инженерно-геологические особенности Куршской косы // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка “Куршская коса”. Калининград: Изд-во РГУ им. И. Канта, 2008. С.105–113.
- Berend G.* Geologie des Kurischen Haffs und Umgeburg. Königsberg, 1869. 87 s.
- Wichdorff H.* Kurischen Nehrung Erläuterungen zur geologischen Karte von Preussen and Benachbarten Bundesstaaten. Berlin: Preus geol. Landesanst., 1919. 230 s.
- Pustelnikovas O.* Geochemistry of sediments of the Curonian Lagoon. Vilnius: Mokslo, 1998. 236 p.