

ТЕХНОГЕННЫЕ АККУМУЛЯТИВНЫЕ ФОРМЫ РЕЛЬЕФА В БЕРЕГОВОЙ ЗОНЕ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ БАЛТИКИ

О.В. Басс¹, Л.А. Жиндарев²

¹ – *Российский государственный университет им.И.Канта*

o.bass@mail.ru

² – *Географический факультет МГУ им.М.В.Ломоносова*

lzhindarev@yandex.ru

Издrevле прибрежные территории активно осваивались человеком. В настоящее же время береговая зона морей и крупных внутренних водоёмов является объектом интенсивной техногенной экспансии. Здесь добываются различные полезные ископаемые, проводится широкомасштабное промышленное, гражданское и гидротехническое строительство, развиваются туризм, рекреация и т.д. В последние десятилетия широкий размах приобрели относительно короткопериодные техногенные воздействия на береговую зону, выражающиеся в рефулировании в ее пределы рыхлого материала для создания искусственных пляжей как берегозащитных сооружений или объектов рекреации.

Процесс изменения природных комплексов под влиянием и воздействием производственной деятельности человека определяется термином «техногенез», что означает преобразование природной среды с помощью прямого или косвенного влияния и воздействия на нее техническими средствами в целях наилучшего соответствия социально-экономическим потребностям человечества [6]. Воздействие и влияние техногенеза проявляется в нарушении хода естественных природных процессов в береговой зоне, связанных с изменением закономерностей развития поперечного профиля и контура берега, дифференциацией обломочного материала, интенсивности и направленности морфолитодинамических процессов. Иными словами, техногенное воздействие на береговые процессы состоит, в основном, в искажении процессов переноса энергии и вещества в береговой зоне [1,2]. Техногенные нарушения природных процессов широко распространены и отмечаются на берегах Европы, Северной Америки, Японии. Отдельные районы побережий Азии, Африки и Латинской Америки также подвержены техногенным преобразованиям природной среды и изменениям режима естественных процессов в береговой зоне.

С учетом вышеизложенного весьма актуальной становится проблема детального изучения и оценки техногенного вмешательства в морфолитодинамику береговой зоны. Постоянный рост такого вмешательства, характер и интенсивность этих проявлений можно рассматривать как один из важнейших берегоформирующих факторов, от которого прямо или косвенно зависит состояние и дальнейшее развитие берегов.

Вопросам взаимодействия компонентов природной и техногенной сред морских побережий, их влияния и воздействия на берегоформирующие процессы и рельеф берегов, а также проблемам техногенного вмешательства в береговую зону посвящена обширная научная литература, среди которой выделяются обобщающие монографии В.П.Зенковича [12] Н.А.Айбулатова [1], П.А. Капли-

на [13], О.К.Леонтьева [16], Ю.В.Артюхина [3], Г.А. Сафьянова [18], Ю.С. Долотова [11] и др.

По мнению вышеперечисленных исследователей, техногенные вмешательства в береговой зоне осуществляются в виде: а) строительства гидротехнических сооружений разного назначения (берегозащитные, берегоукрепительные, портовые, и т.п.), б) добычи строительных материалов в береговой зоне (подводные и пляжевые карьеры), в) зарегулирования твердого стока рек (изменение объема и направления сброса наносов), г) отвала горных пород в береговую зону при добыче полезных ископаемых, д) перемещение в пределы береговой зоны грунтов при дноуглубительных работах, е) накопления в донных отложениях продуктов и отходов современных технологий (затонувшие суда, оборванные тросы, сети и пр.) и ж) воздействия на береговую зону функционирующих рекреационных зон (смещение пляжевых наносов от уреза, дробление и истирание материала, вынос его за пределы береговой зоны).

Названные выше виды хозяйственной деятельности, создающие техногенные формы рельефа, оказывают существенное, а порой и определяющее влияние на гидро-и литодинамические факторы, а через них на ход природных береговых процессов. Часто это влияние оказывается негативным. Оно приводит к дестабилизации берегов и наносит ощутимый ущерб как самой вновь организованной хозяйственной инфраструктуре, так и природной системе береговой зоны в целом. Однако, в целом ряде случаев, техногенное вмешательство в природные процессы береговой зоны положительно влияет на дальнейшее развитие берегов. Оно приводит также к созданию новых искусственных территорий, ценность которых в современных условиях не подвергается сомнению.

К такому виду вмешательства относится, прежде всего, отвал горных пород в береговую зону при добыче полезных ископаемых. Анализ степени влияния и воздействия указанного фактора на морфолитодинамику береговой зоны мы проведем на примере участка песчаного побережья юго-восточного сектора Балтийского моря. Выбор объекта исследований не был случайным. Побережье юго-восточной Балтики, включающее берега Самбийского п-ова и примыкающих к нему Балтийской (Вислинской) и Куршской кос, является наиболее освоенным в технологическом отношении регионом. Именно здесь наиболее ярко прослеживается взаимодействие и взаимовлияние техногенеза с береговой зоной, анализ которых может служить своеобразным эталоном для других побережий.

Береговая зона юго-восточной части Балтийского моря, как часть побережья, в полной мере испытывает на себе влияние и воздействие горнотехнической деятельности. Наиболее крупным источником техногенного материала, поступающего в береговую зону, здесь являются отвалы горных пород из шахт и карьеров, образованных в ходе промышленной разработки месторождения янтаря у пос. Янтарный (западное побережье Самбийского п-ова), эксплуатируемого с 1873 года [10].

Первые разработки янтаря на пляже относятся к XII веку. В 1585 году его добыча осуществлялась севернее современного г. Балтийска в глубоких канавах и шурфах. Со второй половины XVIII века янтарь добывался шахтным и от-

крытым способами в береговых уступах западного и северного побережий Самбийского п-ова [11]. В процессе добычи отработанные горные породы сбрасывались (порой в значительных объемах) к урезу, о чем свидетельствуют сохранившиеся до нашего времени техногенные террасы в береговых уступах. Основываясь на специальных исследованиях, выполненных на исследуемом участке береговой зоны и в смежных районах, можно проследить воздействие отвалов горных пород на природные процессы в зависимости от режима и характера сброса грунта.

При добыче янтаря подземным способом пустая порода в объеме 250 – 300 тыс. м³ в год перемещалась к урезу, где техногенные отложения в комбинации со свайными стенками защищали горные выработки от воздействия морского волнения.

В 1912 году началась разработка Пальменикенского месторождения (пос. Янтарный) открытым способом. До 1958 года вскрышные песчано-гравийно-глинистые отложения складировались в основном во внутрикарьерные отвалы. В дальнейшем, в связи с переходом на добычу янтаря гидромеханическим способом, при котором вскрышные породы в виде пульпы сбрасывались непосредственно в море, ежегодный объем их поступления в береговую зону резко возрос и достиг к 1973 году 3,1 млн. м³. В начале 90-х годов Янтарный комбинат вновь перешел на складирование вскрышных пород во внутренние отвалы, что вызвало резкое уменьшение объёмов поступления вскрышных пород в береговую зону с 700 тыс. м³ (1992 г) до 24 тыс. м³ (1999 г) (рис. 1). Суммарный объём горных пород, поступивших в береговую зону с начала эксплуатации месторождения по настоящее время оценивается в 107 млн. м³.

Берег, в пределы которого осуществлялся отвал вскрышных горных пород, первоначально относился к абразионно-бухтовому типу, формировавшемуся, преимущественно, волновыми процессами. Он имел и имеет субмеридиональную ориентировку и открыт воздействию господствующих в данном секторе Балтийского моря ветров и волнений западных направлений. До начала разработки месторождения у пос. Янтарный, этот участок береговой зоны подвергался интенсивной абразии. Среднегодовалая скорость отступления берегового уступа при этом достигала 0,5 м/год, а максимальная – 5,5 м/год (табл. 1). Здесь наблюдался узкий, слабо развитый пляж шириной до 20 м. По материалам грунтовой съемки, выполненной в 1898 году, на этом участке побережья была отмечена интенсивная абразия на подводном береговом склоне.

Съёмка берега 1921 года [12] показала, что за 54 года поступления техногенного материала в береговую зону значительных изменений в морфологии берега не произошло. И только непосредственно в районе янтарных разработок 3-х км участок берега оказался заблокированным техногенным пляжем шириной 60 – 80 м.

К 1963 году отвалы Янтарного комбината блокировали уже 6 км берега при максимальном выдвигании уреза в море до 460 м. Южнее, в бухте Покровской, пляжи в центральной её части достигали ширины 40-50 м. В 1969 году здесь началось формирование авандюны.

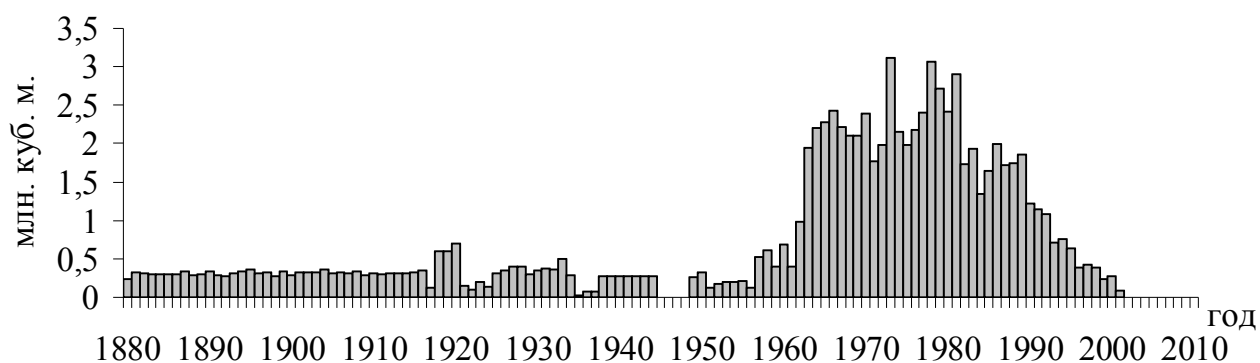


Рис. 1.1 Многолетняя динамика сброса в море вскрышных пород из карьеров Янтарного комбината (по данным [21,23,26] и фондовых материалов Янтарного комбината)

Таблица 1

Темп абразии для различных участков побережья Самбийского п-ова

Автор (источник данных)	Район наблюдений	Период наблюдений, годы	Темп абразии, м/год
Е. Цаддах [27]	Пос. Донское (бухта)	1842 – 1867	0,3
	Мыс Бакалинский	1848 – 1867	0,4–0,45
А. Торнквист [25]	Самбийский п-ов в целом	1861 – 1905	0,8
Р. Брюкманн [19]	пос. Янтарный	1831 - 1901	0,5
		1840 – 1908	0,5
	пос. Синявино	1844 – 1898	0,4
		1898 – 1908	0,5
	пос. Янтарный – мыс Песчаный	Зима 1911	5,5
	пос. Донское	1862 – 1912	0,3
	бухта Покровская	1840 – 1908	0,1
мыс Таран	За 124 года	0,12	

С 1971 г. сброс пульпы Янтарного комбината осуществлялся только в Покровскую бухту и в еще больших объемах - до 3 млн. м³/год, что привело к быстрому заполнению самой бухты и прекращению абразионных процессов на ее берегах. Суммарный объем сброса материала пульпы за эти годы составил 13 млн.м³.

По данным съёмки 1974 года морфодинамика западного берега Самбийского п-ова изменилась коренным образом. Протяженность абрадируемых уступов здесь сократилась до 7 км. Мощность техногенных отложений, накопившихся в береговой зоне, достигала 25 м. Пляжи существенно расширились и, чего ранее не отмечалось на абразионных участках, на пляжах началось активное дюнообразование (рис.2).

Общий объем сброшенного в береговую зону западного побережья Самбийского п-ова рыхлого обломочного материала за время эксплуатации Янтарного карьера составил 65 млн.м³. Такой объем грунта, вполне соизмеримый с твердым стоком всех рек Балтийского моря [5], привел к образованию огром-

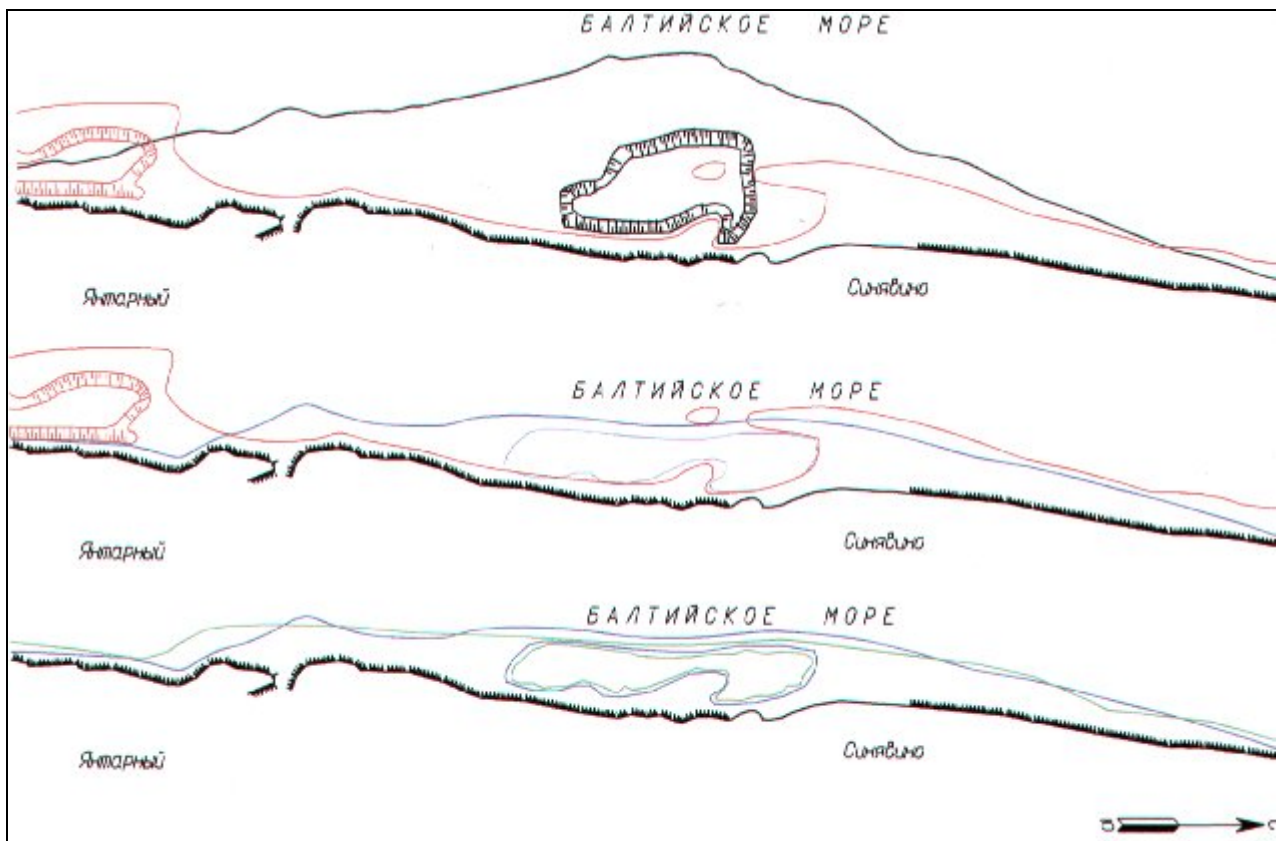
ной искусственной "дельты", блокировавшей берег на протяжении 9,3 км (от пос. Синявино до мыса Обзорный). В пределах этого участка абразионные процессы полностью прекратились, клифы стабилизировались и заросли растительностью, а береговая линия, имевшая ранее извилистые очертания, относительно выровнялась (рис.2).

Результаты съемок 1963-1974 г.г. показывают, что при увеличении объемов сброса вскрышных пород из карьеров, наблюдался постоянный рост площадей техногенных конусов (табл.2). Максимальное выдвигание в море такого конуса в районе пос. Синявино (до 820 м) отмечалось в 1974 году (рис.2). Его урез достиг планового положения изобаты 10 м по состоянию на 1875 – 1889 г.г. [10]. Снижение объемов сброса грунтов в море в последующие годы вызвало сокращение площадей отвалов (табл.2).

Таблица 2

Изменение площади пляжевых техногенных отложений
в районе пос. Синявино – мыс Обзорный

Год съемки	1963	1969	1972	1973	1974	2000	2002	2004
Площадь отложений, тыс. м ³	1718,2	2200,9	2384,2	2742,6	2911,1	2522,0	2264,3	1925,0
Относительное изменение площади отложений в % (1963 - 100%)	100	128	139	160	169	147	132	115



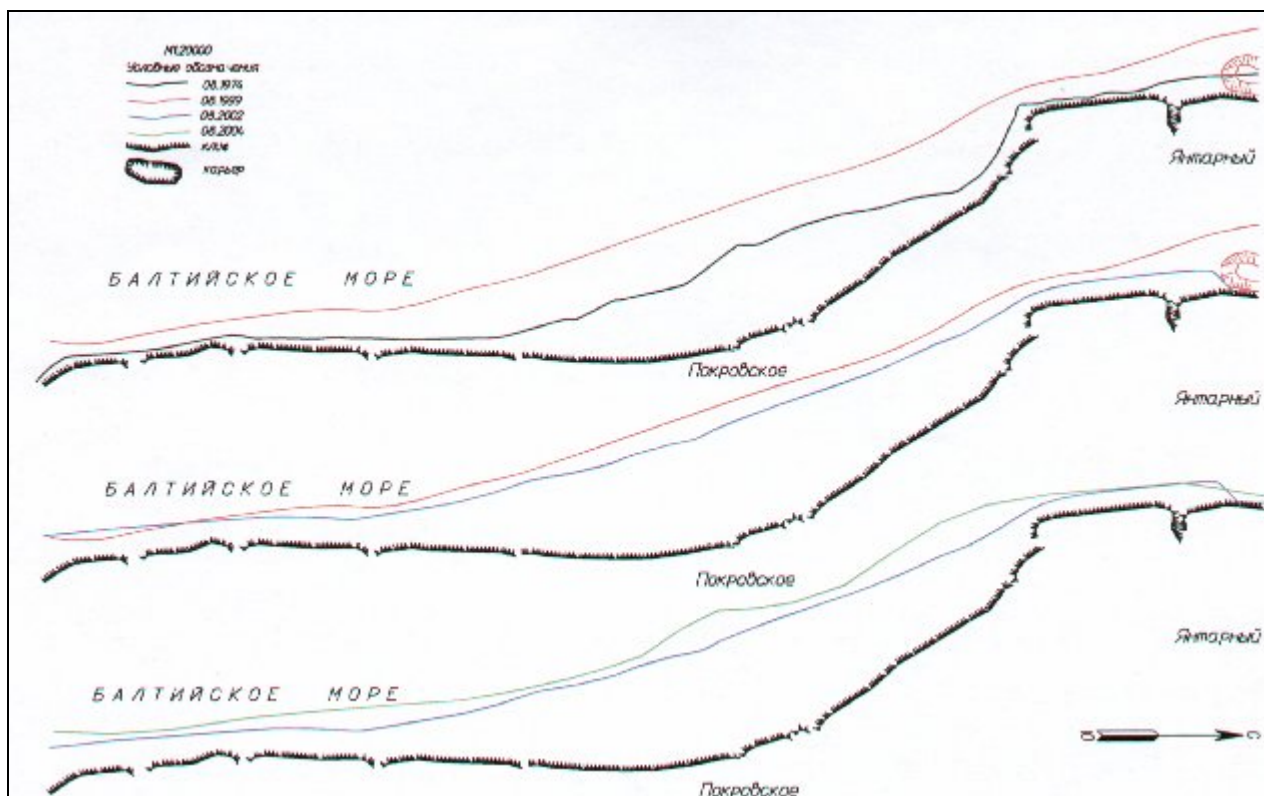


Рис. 2. Динамика береговой линии западного побережья Самбийского п-ова (по данным натурных съемок авторов)

Анализ материалов батиметрических съемок, выполненных в районе техногенных конусов, и планов деформации рельефа подводного берегового склона свидетельствует о неравномерном распределении пульпового материала на дне. Четко выраженная аккумуляция наносов в верхней части подводного склона (до глубины 6-8 м) резко сменяется размывом — в нижней. Это, в свою очередь, свидетельствует о том, что, несмотря на мощную техногенную аккумуляцию наносов в береговой зоне, профиль ее подводного склона сохраняет все черты абразионного и при прекращении подпитки берега рыхлым материалом конусы начнут интенсивно размываться.

Изменение технологии отработки месторождений в 90-х годах прошлого столетия привели к тому, что к 2000 году поступление техногенных грунтов непосредственно в море практически прекратилось. В результате активизировался размыв материала, накопленного в техногенных конусах, а берег на участке от пос. Синявино до мыса Песчаный отступил на 200 м (рис.2,3).

Береговые процессы, связанные со сбросом в море техногенных грунтов Янтарного комбината, захватили и участок, расположенный южнее конусов (мыс. Обзорный - г. Балтийск) и имевший ранее ярко выраженный абразионный облик. Он представлял собой разрушаемые волнами береговые уступы с углами наклона $40-60^{\circ}$ почти полностью лишенные растительности с повсеместным развитием на них оползневых и обвально-осыпных процессов, а также прислоненные к уступам узкие пляжи, сложенные крупнозернистым материалом [20]. В настоящее время ситуация здесь резко изменилась. Клиф на всем протяжении стабилизировался, зарос древесно-кустарниковой растительностью, в его пре-

делах прекратились оползневые и обвально-осыпные процессы. Уменьшилась крутизна уступа. Произошло довольно значительное увеличение ширины пляжей: от 15-30 м в 1921 году [28] до 160-210 м — в настоящее время. На их поверхности широкое развитие получили процессы эоловой аккумуляции.

На участке западного побережья Самбийского п-ова, расположенном севернее техногенного конуса (от Бакалинского выступа до мыса Таран), существенных изменений в облике рельефа не произошло. Он являлся и является абразионным. Максимальные скорости отступления берега приходятся на его выступ у пос. Бакалино и бухту у пос. Донское, где они достигают 0,45-0,8 и 3,5 м/год (табл.1), а ежегодный объем разрушения составляет более 70 тыс. м³ или 85% от общего объема для западных берегов в целом [17].

Таким образом, массовый сброс рыхлого материала в береговую зону западной части Самбийского п-ова в объеме 60-65 млн. м³ за 35-40 лет привел к полной стабилизации берега на участках инъекций и южнее последних. Кроме того, на этом участке сформировалась мощная аккумулятивная форма берегового рельефа, представляющая собой поверхность современной аккумуляции с примкнувшим пляжем.

Выравнивание береговой линии за счет заполнения бухт техногенными наносами спровоцировало увеличение доли вдольберегового перемещения обломочного материала к югу, существование которого подтверждается результатами натурных исследований с использованием люминесцентных трассеров [4].

Из вышеизложенного следует, что техногенная седиментация в береговой зоне в результате горнотехнической деятельности является ведущим фактором, непосредственно воздействующим на ход развития берегов западного побережья Самбийского п-ова. Поступление огромных масс рыхлого обломочного материала кардинальным образом изменило на этом участке направленность береговых процессов. Произошло формирование мощных искусственных аккумулятивных форм рельефа береговой зоны и относительное выравнивание береговой линии за счет заполнения наносами бухт Синявинской и Покровской. В результате активизировалось вдольбереговое перемещение наносов и аккумуляция их на участке берега, расположенном к югу от техногенных конусов. Резкое увеличение ширины и мощности пляжевых накоплений привело к прекращению абразии берегового уступа в пределах всего западного побережья за исключением его участка, расположенного к северу от Синявинской бухты.

Мощным проявлением техногенеза в береговой зоне морей, вызывающим образование искусственных аккумулятивных образований в его пределах, является строительство и эксплуатация морских портов. Их сооружение на открытых песчаных побережьях морей имеет давнюю историю, связанную, в первую очередь, с социально-экономическими, политическими и стратегическими интересами прибрежных стран.

Начало портового строительства в пределах побережья юго-восточного сектора Балтики относится к VI веку нашей эры [14, 15]. Первоначально в качестве укрытия для судов использовались природные объекты - устья рек и проливы, соединяющие море с лагунами. В середине XVII века англичане построили первые короткие молы лесного порта Швянтойи (Литва) [25]. В 1926

году они были доведены до глубины 3,0 м, а в 1939 году сооружен новый южный мол длиной 780 м. Однако вывод этого мола до глубины 7,5 м не предотвратил почти полного занесения песком акватории порта. Одновременно усилилась аккумуляция наносов с наветренной стороны порта и размыв - с подветренной.

В ходе Семилетней войны (1756-1763 г.г.) после присоединения Восточной Пруссии к Российской империи в Вислинской лагуне у г. Пиллау (ныне г. Балтийск) русскими гидротехниками была насыпана земляная дамба (ныне Русский остров), положившая начало новому порту. В период с 1767 года по 1887 год здесь были построены, а затем и реконструированы оградительные молы, которые обеспечили условия нормальной эксплуатации порта (надежная защита внутренней гавани от морского волнения и заносимости прибрежно-морскими наносами).

В 1835 году началось строительство оградительных сооружений порта Мемель (ныне Клайпеда). Сооружение длинных парных молов нарушило естественный ход природных процессов, выразившееся, в первую очередь, в заносимости подходных каналов порта. В 2002 году проведена очередная их реконструкция, в ходе которой были удлинены окончания молов и сужены входные ворота, что должно обеспечить поддержание гарантированных глубин судового хода этого глубоководного порта [29].

В 1860 году в результате поражения в Крымской войне и потери выхода к Черному морю, Россия приступает к строительству порта Либава (Лиепая), которое было завершено к 1904 году. Оградительные сооружения порта спровоцировали массовую аккумуляцию наносов по правилу заполнения «входящего угла» с южной (наветренной) стороны порта и интенсивный низовой размыв берега - с северной.

В 1892 году был построен порт Виндава (Вентспилс), гидротехнические сооружения которого в 1901-1904 гг. были реконструированы. Вместо коротких парных молов, доходивших до изобаты 4 м, были построены молы длиной около 1 км (до изобаты 8 м). Последние вызвали мощную аккумуляцию наносов южнее порта и абразию берега – севернее. Кроме того, интенсифицировались процессы заносимости подходного канала порта [29].

С 1902 по 1928 год осуществлялись строительство и реконструкция рыбной гавани Нойкуруен (Пионерск), в ходе которых уже учитывались природные особенности этого участка побережья.

Таким образом, строительство оградительных портовых сооружений на песчаных побережьях юго-восточной Балтики, как правило, приводило к негативным последствиям для морфолитодинамики береговой зоны прилегающих к портам участков берега. Эти последствия заключаются в заносимости припортовых и портовых акваторий прибрежно-морскими наносами, а также их аккумуляции по схеме заполнения «входящего угла» в пределах наветренных участков прибрежной акватории, и абразией берегов – на подветренных.

Анализируя эксплуатационные характеристики оградительных портовых сооружений юго-восточной Балтики, следует отметить, что оптимальные результаты их влияния на морфолитодинамику береговой зоны достигаются там,

где при проектировании и строительстве портов учитывались природные условия и факторы, характерные для конкретного участка побережья. Гидротехнические портовые сооружения, построенные с учетом этих явлений, активизируют позитивные морфолитодинамические процессы, а негативные - минимизируют, что подтверждается примерами строительства порта Балтийск.

Образование в начале XVI века Пиллауского (Балтийского) пролива послужило своеобразным толчком для развития здесь портового строительства. Этот пролив был шестым и последним в ряду естественных природных образований, прорезавших Балтийскую (Вислинскую) косу в историческое время (рис.3).

До его образования морской берег в районе г. Балтийска в плане представлял собой плавную дугу Самбийского п-ова, южным продолжением которого являлась Вислинская коса. Вдоль берега здесь отмечалось вдольбереговое перемещение прибрежно-морских наносов, направленное с севера на юг. Однако начавшийся водообмен между Вислинским заливом и Балтийским морем через образовавшийся пролив существенно изменил гидро- и литодинамическую ситуацию в этом районе. При определенном взаимном расположении акваторий Калининградского (Вислинского) залива и Балтийского моря, экспозиции их берегов, а также ветро-волновом воздействии при активном участии речного стока, в проливе начали генерироваться разнонаправленные сгонно-нагонные течения. Штормовые ветры господствующих здесь западных румбов вызывали ветро-волновой нагон воды у морских берегов и её сгон - в акватории залива, непосредственно прилегающей к проливу, что приводило к развитию в проливе входных течений. При восточных ветрах наблюдалась обратная картина с генерацией в проливе выходных потоков [7].

Входные и выходные течения резко изменили режим вдольберегового перемещения прибрежно-морских наносов в проливе и в пределах прилегающих участков береговой зоны моря. В результате перехвата входными течениями части этих наносов, в акватории залива, непосредственно примыкавшей к проливу, происходило формирование надводного аккумулятивного тела, вызвавшее там значительный прирост суши, в пределах которой располагается современный город и порт Балтийск (рис.3).

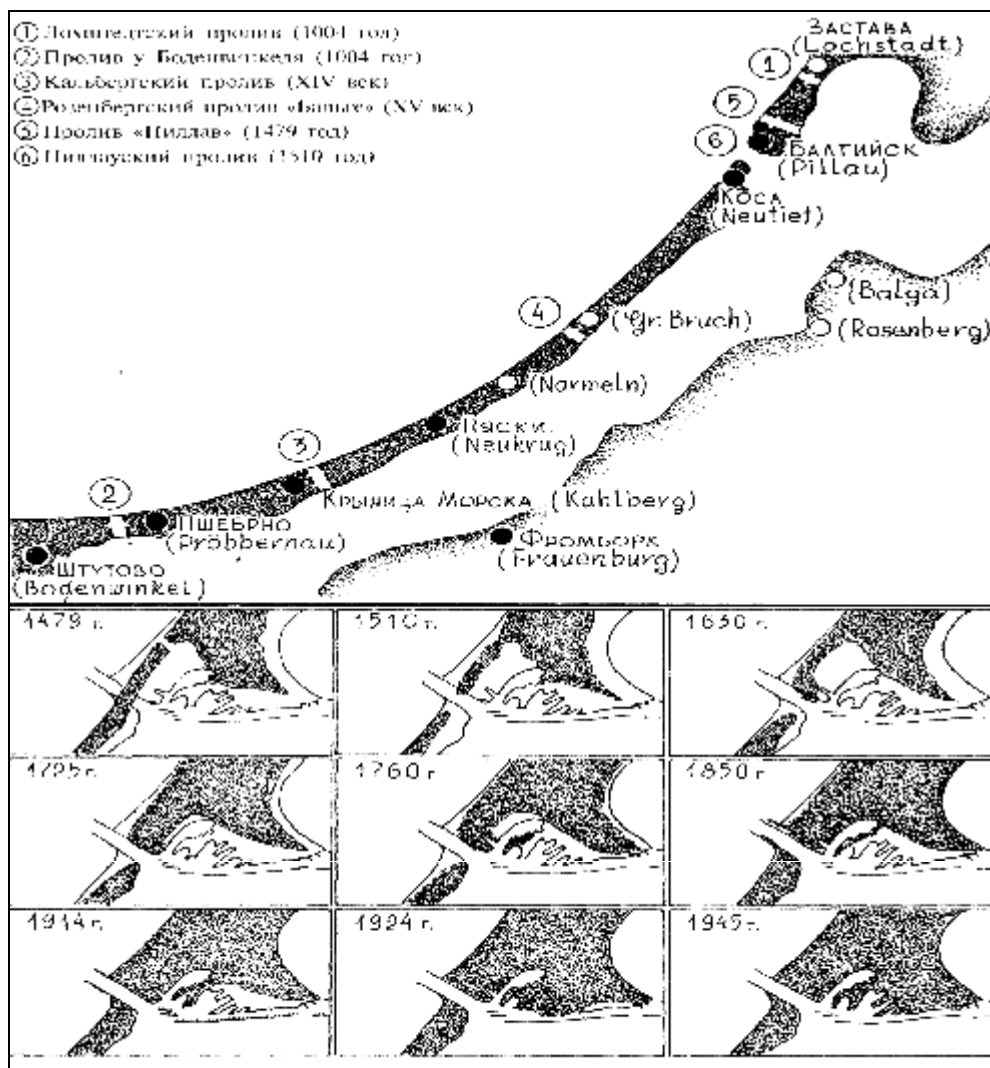


Рис. 3. Проливы в районе Вислинской косы и г. Балтийска. Эволюция береговой линии в районе Балтийска (1479-1945 гг.) [8,10,24]

Одновременно южнее пролива активизировались процессы разрушения морского берега северной оконечности Вислинской косы [24]. Выходные течения, которые по повторяемости и скорости превосходили и превосходят входные (максимальная измеренная скорость выходного течения составляет 250 см/с) [7], тем не менее, не могли компенсировать частичной потери прибрежно-морских наносов в береговой зоне моря, но стали причиной периодического образования песчаных банок перед проливом со стороны моря, затруднявших проход судов.

Таким образом, техногенная седиментация рыхлого обломочного материала в береговой зоне явилась ведущим фактором, непосредственно воздействовавшим на развитие западных берегов Самбийского п-ова. Поступление огромных масс наносов привело к образованию мощных техногенных аккумулятивных форм рельефа, что, в свою очередь, кардинальным образом изменило на этом участке направленность береговых процессов. Произошло относительное выравнивание береговой линии за счет заполнения наносами бухт. В результате активизировалось вдольбереговое перемещение наносов и аккумуляция их на участке берега к югу от техногенных конусов. Резкое увеличение ширины и

мощности пляжевых накоплений привело к прекращению абразии берегового уступа в пределах всего западного побережья за исключением его участка, расположенного к северу от конусов.

Естественный пролив в теле Балтийской косы, осложненный оградительными сооружениями порта Балтийск, внес существенные коррективы в процессы вдольберегового перемещения наносов и явился причиной формирования искусственных территорий, на которых расположился современный город и порт Балтийск.

ЛИТЕРАТУРА

1. Айбулатов Н.А., Артюхин Ю.В. Геоэкология шельфа и берегов Мирового океана. Спб.: Гидрометеиздат. 1993. 304 с.
2. Айбулатов Н.А., Басс О.В. Антропогенный фактор в развитии береговой зоны Балтийского моря // Водные ресурсы. 1983. № 3. С. 127 – 134.
3. Артюхин Ю.В. Антропогенный фактор в развитии береговой зоны моря. Ростов. 1989. 144 с.
4. Басс О.В. Воздействие техногенных факторов на морфолитодинамические процессы прибрежной зоны юго-восточной Балтики. Дисс....ученой степени канд. геогр. наук. Калининград.2006. 147 с.
5. Блажчишин А.И., Болдырев В.Л., Морошкин К.В. Янтароносные отложения палеогена и условия их залегания на подводном береговом склоне Самбийского полуострова//Тектоника и полезные ископаемые Белорусии и Прибалтики. Калининград, 1978.
6. Геологический словарь. М.: Недра. 1973. т. 2. 456 с.
7. Гидрометеорологический режим Вислинского залива. Л.: Гидрометеиздат, 1971. 279 с.
8. Гостюхин А.Ф., Горюнова Л.В., Кузнецов А.Н., Нагимова Е.В. Балтийск: прошлое и настоящее. Калининград. ГИПП “Янтарный сказ”. 2000. 112 с.
9. Гуделис В.К. Итоги изучения неотектонических движений на территории южной части советской Прибалтики // Новейшие движения, вулканизм и землетрясения материков и дна океанов. М.: Наука, 1977.
10. Давыденко Л. Калининградский морской канал. Калининград. Изд-во Калининградский печатный двор, 2001. С. 79-82.
11. Долотов Ю.С., Гребнев Ю.С., Болдырев В.Л., Сахин В.П. Современные проблемы регулирования режима и защита песчаных берегов//Прибрежная зона моря: морфолитодинамика и геоэкология: Материалы конференции. Изд-во КГУ. Калининград. 2004. С. 42-46.
12. Зенкович В.П. Основы учения о развитии морских берегов. М.: Изд-во АН СССР. 1962.
13. Каплин П.А. Новейшая история побережий Мирового океана. М.: Изд-во МГУ. 1973.
14. Кулаков В.И. Древности пруссов VI-XIII в.в. // Свод археологических источников. Вып. Г 1- 9. М., 1990.
15. Кулаков В.И. Поселенческая ситуация в Самбии IX-XIII вв.// Проблемы изучения древних поселений VI-XIII вв. (социологический аспект). М., 1990.

16. Леонтьев О.К. Морская геология (Основы геологии и геоморфологии дна Мирового океана). М: Высшая школа. 1982.
17. Рябкова О.И. Динамика берегов Самбийского полуострова и Куршской косы в связи с проблемами берегозащиты. Дисс.....канд. геогр.наук. М.:1987.
18. Сафьянов Г.А. Геоморфология морских берегов. Изд-во МГУ. М.: 1996.
19. Brückmann R. Beobachtungen über Strandverschiebungen an der Küste des Samlandes // Schr.d.Phys-k. Ges.LII. Leipzig u Berlin. 1913. S. 120 – 145.
20. Brückmann R. Beobachtungen Über Strand verschiebungen an der Küste des Samlands III. Palmnicken. Schr.d.physik. Ekonom.Ges.Jahrgang LIY. Leipzig und Berlin. 1913.
21. Gerhardt P. Handbuch der deutschen Dunenbaues. Berlin.1900.
22. Mortensen H. Die Morphologie der samlandische Steil-Küste aut Grund einer phisko-morphologischen Kartierung des Gebites. H.III. Hamburg. 1921. 74 s.
23. Prätze O. Der Verblieb des Abbruchmaterials des Samlandküste// Geol.d.Meers. Königsberg.1932.
24. Schlicht O. Das west Samland. Erster Band. Dresden. 1922. 292 s.
25. Tornquist A. Über den fortschreitenden Landgewinn an der Küste von Kranz // Mitt. aus den Geol. Inst. und der Bernsteinsammlaund der Ungw. Königsbergin. Pr. № 13. 1913.
26. Tornquist A. Geologie von Ostpreussen. Berlin. 1910.
27. Zaddach E. Das Tertiargebirge Samlands// Schr. Phys- ök.GesVIII. 1867.
28. Zaddach E.G. Das Tertiargebirge Samlands//Schr.d.physik.Ekonom. Ges. Königsberg. Bd.8. 1868.
29. Žaromskis Rimas. Skirtingos žmonių veiklos poveiris pietryčių Baltios krantų raidai // Geografijos metraštis 34 (I) t 2001. p. 59 – 72.