

8. Терентьев А.А., Фридман Б.И. Влияние тектоники на изменение гидрологического режима рек Горьковской области // Водные ресурсы, их использование и охрана. Горький: НГПИ им. М. Горького, 1985. С. 12–23.
9. Баканина Ф.М., Пожаров А.В., Юртаев А.А. Ландшафтное районирование Нижегородской области как основа рационального природопользования // Великие реки 2003. Н. Новгород: ЮНЕСКО, 2003. С. 288–290.
10. Менде А.И. Нижегородская губерния. Карта. 1850.
11. Материалы к оценке земель Нижегородской губернии: естеств.-ист. часть. Нижегородский уезд. СПб., 1885. Вып. 8. 258 с.
12. Технический отчет по результатам экспедиционного обследования гидрографической части карстового района за 1962–68 гг. Ч. II. Кн. 2 “Гидрографическое описание рек” / В.Д. Манкиш. Горький, 1974. 234 с.

ФГБОУ ВПО Нижегородский гос. педагогический ун-т

Поступила в редакцию
17.01.2012

VERTICAL DEFORMATIONS OF SMALL RIVER CHANNELS (KUD'MA RIVER BASIN) UNDER ANTHROPOGENIC IMPACT

A.L. VARENOV

Summary

Vertical deformations assessment of the small riverbeds in the northern Volga Upland (the Kud'ma river basin) was fulfilled. The rates of vertical deformations under the natural physical-geographical conditions are very slow. Karst processes play an important role: by controlling the water discharge they increase or decrease the influence of natural and anthropogenic factors on the deformations of the channels. The economic development of the Volga Upland led to significant anthropogenic transformation of the water and riverbed regime of small rivers. Due to intensive anthropogenic load the rates of vertical deformations have increased dramatically. Classification of vertical deformations of small river channels was compiled, taking into account the sign of deformation, dependence on the genesis, leading factors in the development. This classification became the basis for the zoning of the Kud'ma basin.

УДК 551.435.3(286.46)

© 2013 г. Г.А. САФЬЯНОВ, Т.Ю. РЕПКИНА

ДИНАМИКА БЕРЕГОВ УНСКОЙ ГУБЫ (ЛЕТНИЙ БЕРЕГ БЕЛОГО МОРЯ)¹

Введение

Унская губа представляет собой один из крупных эстуариев Белого моря (рисунок). Площадь ее акватории около 150 км². Динамика берегов и дна таких бассейнов определяется сложным сочетанием воздействия волн, приходящих из открытого моря и развивающихся в акватории заливов, приливных течений, приливных, нагонных и иных колебаний уровня, стока пресных вод. Эстуарии относятся к наиболее продуктивным морским биотопам и обеспечивают воспроизводство многих видов рыб, беспозвоночных, птиц [1]. Эстуарии – удобные естественные гавани для перевалки грузов и пассажирских перевозок, в связи с чем динамика берегов и дна таких акваторий является важным условием обеспечения безопасности мореплавания. Берега эстуариев издавна привлекали человека обилием разнообразных ресурсов

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 09-05-00664-а).

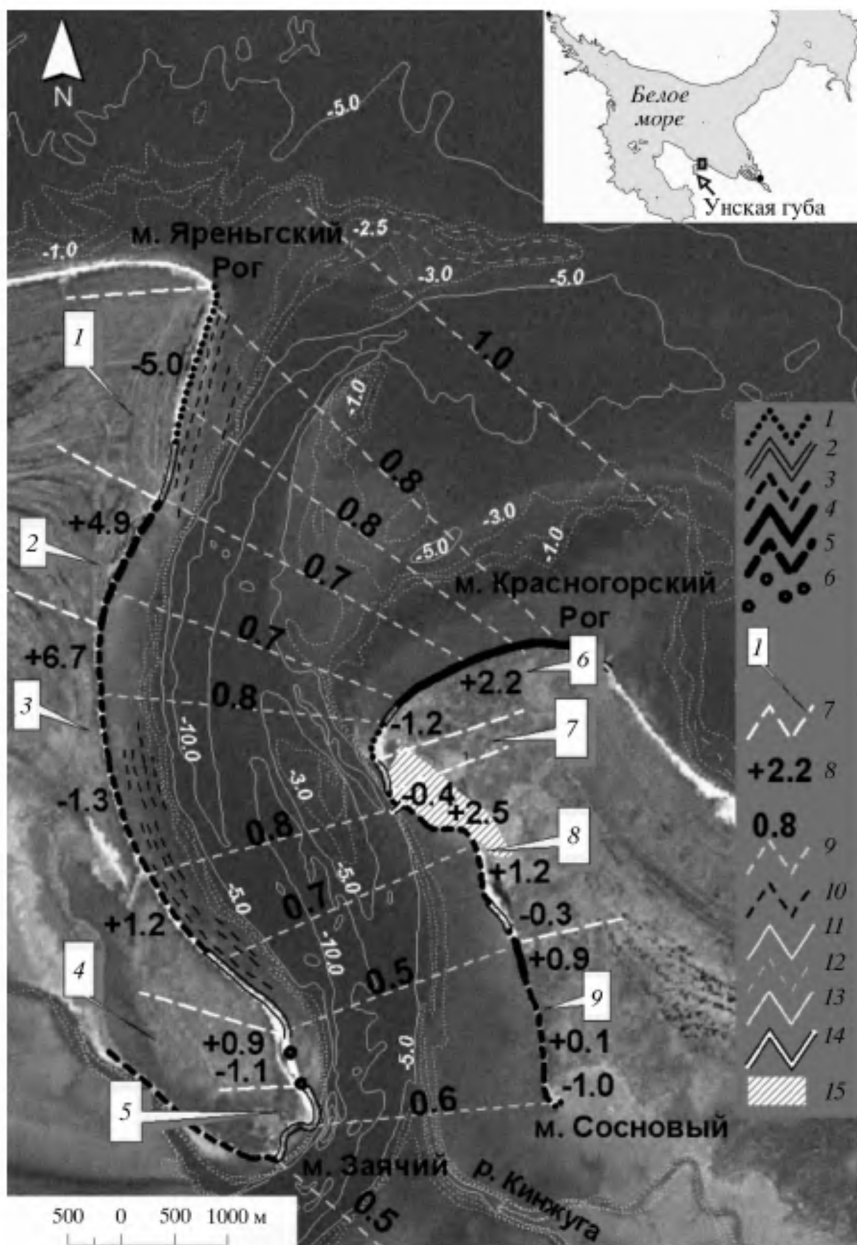


Схема морфодинамики горла Унской губы. Основа – фрагмент КС Landsat ETM+ (зона 0.63–0.690 мкм), дата съемки 19.07.2001 г.

Изменение конфигурации береговой линии по КС Landsat 1987–2008 гг.: 1 – выдвигание, 2 – стабильное положение; отступление береговых уступов, сопровождающееся процессами: 3 – обвально-осыпными и эоловыми, 4 – оползевыми; интенсивная перестройка современных аккумулятивных форм с преобладанием: 5 – размыва, 6 – аккумуляции; 7 – границы береговых районов и их номера; 8 – объем материала (тыс. м³/год): “+” – поступившего на берег от разрушения береговых уступов и аккумулятивных форм, “–” – затраченного на аккумуляцию (формирование осушки и кос); 9 – профили расчета живого сечения залива (цифра – отношение площади живого сечения данного профиля к живому сечению на входе в губу); 10 – подводные береговые валы; изобаты (по батиметрической карте м-ба 1:25000) сечением через: 11 – 5 м, 12 – 2.5 м, 13 – 1 м; 14 – причал в пос. Пертоминск; 15 – пос. Пертоминск.

Светлый тон изображения на КС соответствует осушкам с глубинами до 1 м и подводным аккумулятивным формам с глубинами 1–5 м

и представляют собой одну из самых аттрактивных областей для проживания, а в последнее столетие побережья эстуариев – область наиболее крупных капиталовложений. Таким образом, изучение динамики берегов эстуариев, в том числе, аспектов ритмичности их перестройки – необходимая основа для решения ряда практических задач.

Заселение берегов Унской губы, в частности территории пос. Пертоминск, началось в бронзовом веке, а возможно, и в эпоху неолита [2]. В XIV в. здесь был основан Пертоминский монастырь, и к началу XX в. на восточном берегу губы существовал комплекс монастырских построек, а при входе в залив – причал (бревенчатый “ковш”) [3]. До настоящего времени положение причала в пос. Пертоминск остается неизменным. По сообщениям местных жителей в 1941 г. была восстановлена южная стенка “ковша”, что привело к активизации размыва берегов в пределах поселка.

Постановка задачи и методы исследования

Исследования динамики берегов и донного рельефа Унской губы ранее не выполнялись. Цель данной работы – изучение динамических обстановок прибрежно-морского рельефообразования и осадконакопления, в том числе – оценка характера воздействия причала на динамику берегов в пос. Пертоминск, где разрушение последних наносит заметный ущерб домам и коммуникациям поселка и угрожает строениям Пертоминского монастыря.

Обследования берегов губы, выполненные в июле 2009 г. и повторно в июле 2010 г., включали маршрутные описания рельефа и отложений; геоморфологическое профилирование береговой зоны и прилегающих морских террас; эхолотирование дна губы; отбор образцов донных осадков, отложений осушек, пляжей и береговых уступов с последующим выполнением гранулометрического и минералогического анализов; инструментальные измерения смещения бровки берегового уступа в пос. Пертоминск. Совокупность полученных данных позволила провести морфодинамическое районирование берегов и оценить межгодовую изменчивость прибрежно-морских динамических обстановок на каждом из участков.

Динамика берегов за последние 20 лет оценена по результатам дешифрирования космических снимков (КС) Landsat съемки 1987 г. (разрешение 30 м), 2001 и 2008 гг. (разрешение 15 м). Снимки обработаны в программе ERDAS Imagine по стандартной методике, включающей синтезирование изображений, повышение их пространственного разрешения, проверку точности привязки КС и их геометрическое трансформирование. Скорость смещения береговой линии определена как отношение величины ее выдвигания или отступления к периоду между съемками. Разрешение использованных КС позволяет выявить изменение положения береговой линии, происходящие со скоростью не менее 1.5 м/год [4]. Объем материала, поступившего на берег вследствие абразии, рассчитан как произведение скорости отступления берега и высоты берегового уступа, измеренной при полевых наблюдениях, а объем приращения кос и примкнувших террас – как произведение скорости выдвигания берега и высоты аккумулятивной формы. Расчеты позволили дать приблизительную количественную оценку ряда элементов баланса наносов.

Геолого-геоморфологические факторы динамики берегов

Унская губа вдается в Онежский полуостров на 30 км при ширине 1–9 км. Она приурочена к одноименному рифейскому грабену СВ простираения, секущему ориентированные на СЗ структуры Онежского авлакогена и Архангельского мегавала в зоне их контакта [5]. В новейшее время грабен испытывает унаследованное опускание, а обрамляющие его блоки, ограниченные разломами СЗ и СВ простираения, – дифференцированное воздымание [6, 7]. Разломы отчетливо выражены в современном рельефе на берегах и дне губы и в общих чертах определяют ориентировку береговой линии.

На берегах губы, в пределах относительно интенсивно поднимающихся блоков развит рельеф краевой зоны лужской стадии оледенения. Моренные холмы и гряды на отметках 20–110 м (у берега до 25 м), сложены валунными суглинками с содержанием крупнообломочного материала до 30% [5]. Эти отложения вскрываются в береговых уступах восточного берега губы (мыс Красногорский Рог, участок южнее пос. Пертоминск) и в окаймляющем их мелководье, а на западном берегу – на подводном продолжении мыса Яреньгский Рог. В пределах блоков, испытывающих слабое поднятие, развиты голоценовые морские террасы на высотах от 2 до 14 м с крупными системами береговых валов, сложенных средне- и мелкозернистыми песками. Ширина террас на западном берегу до 5 км, а на восточном – до 2.5 км. Эти области интенсивной голоценовой аккумуляции разделяет прямолинейный пролив, открывающийся в море воронкообразным раструбом. Вход в губу закрывают субширотная подводная коса и приливная дельта с глубинами 1–2.5 м и 3–5 м, соответственно (рисунок).

Гидрогенные факторы динамики берегов

Основные факторы переформирования берегов и транспорта наносов в заливе – волнение и приливно-отливные течения. Благодаря конфигурации и мелководности губы, ее берега почти повсеместно защищены от воздействия сильных штормов. Однако волны СВ, В и в меньшей степени С румбов могут проходить в залив, трансформируясь над подводными отмелями. Наибольшее волновое воздействие испытывает открытый волнению западный берег пролива. В 1945–1979 гг. СВ и В ветры в безледный период преобладали, а в ледовый, несмотря на существенно меньшую повторяемость, чаще других вызывали сильные (скорость ветра более 20 м/с) штормы [8]. В 2005–08 гг. в возникновении штормовых ситуаций доминировали северные ветры [9]. Ветры южных румбов, преобладавшие в 1945–1979 гг. в зимний период, а в 2005–08 гг. – во все сезоны [8, 9], значимы для внутренней части залива, где вызывают существенные нагоны.

Приливы в заливе неправильные полусуточные с амплитудой 0.6–1.0 м. Скорости приливно-отливных течений велики на всей акватории, а в крупных каналах стока достигают 1.5 узлов (около 80 см/с) [10]. На примере ряда регионов было показано [11, 12], что в высоких широтах важнейшее значение для динамики берегов имеет действие на приливно-отливные течения силы Кориолиса. В ходе прилива течение отклоняется в северном полушарии вправо от оси движения, что приводит к размыву левого (в данном случае – западного) берега эстуария, тогда как при отливе, напротив, течение, отклоняясь вправо, размывает правый (в Унской губе – восточный) берег эстуария. В батиметрии дна губы признаки этого явления весьма отчетливы. Вдоль ее западного берега проходит приливный желоб с глубинами более 10 м, а в районе мыса Заячий – до 20 м. На восточном берегу под действием отклоняющегося вправо отливного течения севернее причала пос. Пертоминск сформировалась узкая ложбина размыва с глубинами более 10 м, отделяющая от берега приливную, а точнее “отливную” дельту.

Вдоль восточного берега губы на глубинах от 1 до 5 м повсеместно прослеживаются отчетливые геоморфологические признаки движения наносов к северу. Особенно ярко процесс фиксируется по отклонению устьевой области р. Кинжуга. На верхней осушке, сложенной илесто-песчаными наносами, русло канала стока, продолжающегося русло реки, отклонено на 300 м к СВ, а его устье при слиянии с центральным каналом стока губы – на 600 м к северу. Имеются основания считать, что изменение ориентировки этих форм рельефа вызвано суперпозицией отливных течений и волнений южных румбов.

В зимний период под совокупным действием отливного течения и ветров южных румбовых составляющих на восточном берегу губы образуются навалы льда высотой до 3 м. Льды также отклоняются вправо от направления действия ветров и оси течения и таким образом воздействуют на берег.

Роль речного стока в гидродинамике губы и питании наносами существенна в ее кутовой части. Величина твердого стока наиболее крупных рек – Вежмы и Уны, впадающих в верхней части эстуария, составляет по оценкам Р.Р. Атласова с коллегами (2001 г.) 1000 и 700 тыс. м³/год соответственно. Аккумуляция наносов происходит в основном непосредственно в устьевых областях рек. Берега пролива дренируются единичными малыми ручьями.

Результаты и обсуждение.

Морфодинамическое районирование берегов губы

Западный берег на значительном протяжении открыт северо-восточному волнению. В его динамике велика роль приливного течения, продольного и поперечного перемещения наносов. На глубинах до 5 м берег окаймляют подводные валы высотой 0.3–0.4 м, сложенные мелкозернистым песком. С севера на юг выделены пять различных по строению и динамике береговых участков (рисунок).

Участок 1. В волновой тени подводной косы, закрывающей вход в пролив, берег аккумулятивный. На низких террасах, а также пляже и осушке, ширина которых соответственно 50–60 и до 90 м, на прибрежном мелководье развиты песчаные валы, а на осушке на юге участка – косы. Некоторые из них за 1987–2008 гг. вышли из-под уровня среднего прилива, то есть их высота увеличилась в среднем на 0.4 м. Учитывая отсутствие других источников питания, можно полагать, что основной объем материала, обеспечивший рост кос, – около 5 тыс. м³/год² (рисунок) – поступил из огибающего мыс Яреньгский Рог вдольберегового потока наносов вследствие резкого снижения его расхода при смене угла подхода волн. Возможно, часть наносов привнесена за счет их поперечного перемещения.

На участке 2, открытом волнению СВ румбов, аккумуляция резко сменяется интенсивным (80–100 м за 21 год) размывом современных кос, что обеспечило поступление на берег 4.9 тыс. м³/год песка. На косах и пляжах наблюдаются уступы размыва, а крупность пляжевых наносов заметно возрастает.

На участке 3, образующем открытую к СВ дугу, размыву (30–50 м за 21 год) подвержены голоценовые террасы. Размыв сопровождается обрушением блоков грунта, осыпями, а также эоловым выносом песков с береговых уступов и пляжа на поверхность террас, где при бровках формируются дюны высотой до 1 м. На севере участка с уступа террасы высотой 5–6 м на берег поступало 6.7 тыс. м³/год среднезернистого песка с гравием и редкой галькой, а на юге – с уступа террасы высотой 1.5–3 м – 1.2 тыс. м³/год средне- и мелкозернистого песка. Часть наносов (1.3 тыс. м³/год) аккумулируется на косах и вдольбереговых валах осушки и прибрежного мелководья. Однако основной объем осадочного материала перемещается во вдольбереговом потоке. На южном фланге дуги, блокированном от СВ волнения мысом Красногорский Рог, происходит частичная разгрузка потока наносов. К относительно широкому (до 30 м) пляжу здесь примыкает современная терраса, а береговая линия относительно стабильна.

На участке 4 – от поворота берега к ЮВ до северной оконечности мыса Заячий – преобладает вдольбереговое перемещение наносов, а современная коса активно перестраивается. Соотношение объемов размыва в корне косы и аккумуляции в ее дистали изменилось. В 1987–2001 гг. размыв (0.6 тыс. м³/год) был почти в два раза меньше аккумуляции (1.3 тыс. м³/год). Дисталь косы выросла на 250 м и причленилась к берегу, отделив лагуну. В 2001–2008 гг. соотношение было обратным (1.5 и 0.7 тыс. м³/год соответственно). В результате ширина косы уменьшилась до 40 м, а в ее корневой части образовался промой. В среднем за 1987–2008 гг. объемы размыва и аккумуляции близки при слабом преобладании последней (0.9 и 1.1 тыс. м³/год соответственно).

Участок 5 представляет собой аккумулятивный выступ м. Заячий, образованный низкими песчаными террасами. К берегу здесь подходит канал стока с глубинами до

² Здесь и далее курсивом указаны среднегодовые объемы наносов за период 1987–2008 гг.

20 м. Узкие (до 10 м) пляжи и гранулометрический состав наносов указывают на высокую гидродинамическую активность. Берег здесь относительно стабилен, а на южной оконечности мыса, открытой волнению южных румбов и примыкающей к каналу стока, медленно отступает.

Таким образом, на западном берегу губы от мыса Яреньгский Рог до мыса Заячий в 1987–2008 гг. ежегодно от размыва береговых уступов и с поперечным перемещением поступало (по заниженным оценкам) 18.7 тыс. м^3 наносов. На осушках, пляжах и косах аккумуляровалось более 7.4 тыс. м^3 песков. Наносы перемещаются вдоль берега к ЮЮВ, где у мыса Заячий они перехватываются приливно-отливными течениями. Суммарный вынос течениями составил $11.3 \text{ тыс. м}^3 \text{ в год}$.

Восточный берег защищен от СВ ветров мысом Красногорский Рог и ограниченно подвергается лишь воздействию волнения с юга, слабому из-за малой длины разгона волн. Вдольбереговой поток наносов существенно меньшей мощности по сравнению с западным берегом также направлен внутрь губы. Осушка и мелководье представлены глинистым бенчем, местами перекрытым разнородными песками с гравием и галькой или галечно-валунной отмосткой. Здесь выделены четыре береговых участка (рисунки).

Участок 6 охватывает берег у подножия моренного холма высотой от 10 до 20 м, образующего мыс Красногорский Рог, и примыкающие к нему с юга низкие морские террасы. Роль волновых процессов из-за блокировки берега широкой (до 2 км) осушкой невелика. Основную часть наносов поставляют оползни, развитые на всем протяжении берегового уступа, сложенного валунными суглинками, и активизирующиеся во время снеготаяния и штормовых нагонов. Объем поступающего материала ($7.2 \text{ тыс. м}^3/\text{год}$) оценен по размерам и распространению оползневых тел. При этом пески составляют не более 30% объема морены [5], т. е. около $2.2 \text{ тыс. м}^3/\text{год}$. Разгрузка песчаных наносов ($1.2 \text{ тыс. м}^3/\text{год}$) происходит при повороте берега к ЮЗ, где сформировались современная терраса, пляж (шириной 15–20 м) и песчаная осушка (шириной 150–200 м), ограниченная нарастающей к северу подводной косой. Ориентировка последней обусловлена частичной блокировкой вдольберегового потока отливным течением, которое перехватывает и выносит существенную долю наносов волнового поля и более тонкие фракции.

Берег **участка 7** стабилен и развивается, как и мыс Заячий, в условиях интенсивных приливно-отливных течений.

Участок 8 охватывает размываемый берег в пос. Пертоминск и примыкающую к нему с юга современную песчаную косу. У северной границы участка расположен деревянный причал длиной 100 м, голова которого выдвинута в канал стока до глубины 5 м. На протяжении 200 м севернее причала берег нарастает, что связано с заполнением образованного этим сооружением входящего угла, а южнее – размывается. Судя по положению бровок современной и голоценовой террас, скорость выдвигания за 68 лет (со времени последней реконструкции причала) составляла 1 м/год (объем техногенно обусловленной аккумуляции $0.2 \text{ тыс. м}^3/\text{год}$), а размыв непосредственно к югу от причала – 0.1 м/год. По КС 1987–2008 гг. объем аккумуляции оценивается в $0.4 \text{ тыс. м}^3/\text{год}$. Таким образом, постройка причала привела к изъятию из вдольберегового потока небольшого объема материала. Однако на фоне общего дефицита наносов, вызванного действием сильного отливного течения, это спровоцировало усиление размыва на протяжении почти 2 км береговой линии. В пос. Пертоминск отступление террас высотой 2.5 и 4 м, сложенных разнородными песками с включением гальки, гравия и мелких валунов, достигало 1.5 м/год (с перемещением наносов $2.5 \text{ тыс. м}^3/\text{год}$). Максимальные разрушения отмечены на юге поселка, где размыв террас сопровождается и усиливается оползанием по залегающим в цоколе террас глинам. Заметный размыв ($1.2 \text{ тыс. м}^3/\text{год}$) претерпела также корневая часть косы, причленяющейся к берегу непосредственно южнее. В дистали косы берег нарастал в результате частичной разгрузки вдольберегового потока наносов ($0.3 \text{ тыс. м}^3/\text{год}$).

На **участке 9** до м. Сосновый господствуют обстановки размыва. Береговые уступы высотой 2–15 м сложены разнородными песками, залегающими на глинистом

цоколе или валунными суглинками. На пляже и осушке отмечены протяженные выходы суглинков и глин. На оконечности мыса Сосновый благодаря разгрузке потока наносов за 1987–2009 гг. берег выдвинулся к югу на 50 м. Объем песчаного материала, поступившего от размыва берегов участка ($1.0 \text{ тыс. м}^3/\text{год}$), равен объему аккумуляции у мыса Сосновый. Движение наносов на этом участке направлено к югу, что находится в видимом противоречии с перемещением к северу наносов на прибрежной отмели за счет отливного течения, индикатором которого на глубинах от 1 до 3–5 м служат отклонения устьев рек и каналов стока. По-видимому, это обусловлено периодическим действием отраженных от западного берега пролива штормовых волн СВ румба, что сопровождается подходом малых по размерам волн с СЗ под углом около 45° к берегу. Отраженные волны затрагивают лишь верхнюю часть осушки и, следовательно, воздействуют на берег только в фазу прилива во время штормов открытого моря СВ румбовых составляющих. Это подтверждается положением границы перехода от устойчивого и положительного бюджета наносов в южной части участка 8 к значительному размыву в северной части участка 9. Устойчивость первого из участков связана с блокировкой волн, отраженных от западного берега губы мелководьем с глубинами от 5 до 0.6 м, расположенным к западу от пос. Пертоминск.

Всего в 1987–2008 гг. от м. Красногорский Рог до мыса Сосновый с береговых уступов ежегодно поступало 11.9 тыс. м^3 наносов, из которых лишь 6.9 тыс. м^3 – наносы волнового поля. На аккумуляцию расходовалось 2.9 тыс. м^3 песков, при этом не более 0.4 тыс. м^3 из них перехватывал причал. Отливное течение выносило около $3.6 \text{ тыс. м}^3/\text{год}$ наносов волнового поля.

Таким образом, для западного берега губы, где ведущий фактор морфодинамики – приливное течение, характерны перемещение наносов в кут губы и их положительный баланс, которому способствует также поперечный перенос донных осадков к берегу при волнении от СВ. Восточный берег испытывает резкий дефицит наносов, а основной объем материала, поступившего от размыва берегов, выносится отливным течением.

Динамика берегов губы в голоцене

Геоморфологическое строение берегов губы позволяет предположить, что выявленные тенденции имели место и на ранних этапах формирования систем голоценовых береговых валов.

Западный берег выдвинут относительно восточного на 5 км в сторону моря и формировался в ходе последовательного причленения аккумулятивных форм. Морфологически это ярко выражено в строении системы береговых валов, группирующихся в семь крупных генераций. Наиболее древняя из них достигает отметок 13–14 м над современным урезом, у берега Унской губы она резко поворачивает к ЮВ. Последующие генерации постепенно “разворачиваются” вдоль современной береговой линии открытого моря. Причина такой эволюции состоит в сочетании нескольких факторов.

Во-первых, перемещение наносов вдоль открытого берега было, по-видимому, блокировано со стороны моря островом или мелководьем, сложенным малоподвижным материалом морены последнего оледенения [13], что вызвало изменение угла подхода волн и отклонило поток наносов внутрь губы. В процессе селективного размыва морены мелкозернистые фракции были вынесены, а на поверхности осушки, продолжающей мыс Яреньгский Рог к СВ, сконцентрировались валуны.

Второй, но не последней по значению, причиной выдвижения берега явились восходящие движения суши и прилегающего мелководья. Скорость современного поднятия берега оценивается по данным уровнемерных наблюдений за период 1959–1980 гг. в 4.07 мм/год [8]. При таких темпах поднятия создание системы береговых валов заняло бы около 3400 лет, а, учитывая затухание восходящих движений, обусловленных или усиленных гляциоизостатической компенсацией в течение послеледниковья [7], еще меньше. Однако археологические памятники, расположенные на обоих берегах исследуемой губы и открытом побережье Двинской губы на высотах 5–8 м, датиру-

ются I–II вв. до н. э., редко III в. до н. э. [2]. Это свидетельствует о меньших (не более 1–2 мм/год) темпах поднятия берега в голоцене, что согласуется с известными для этой территории оценками [7] и данными о скоростях послеледникового поднятия удаленных от центра оледенения побережий платформ [4].

Третья причина – частичная потеря наносов вдольберегового потока на аккумуляцию: сначала внутри губы у мыса Заячий, а на заключительных этапах – преимущественно у мыса Яреньгский Рог. В результате сечение трубки тока водных масс через горло губы уменьшалось, а стрежень приливо-отливного течения отклонялся к востоку, что активизировало размыв восточного берега.

Восточный берег губы, как и на современном этапе, был лишен значимых источников наносов. Материал от размыва мыса Красногорский Рог перемещался в основном на восток, где, судя по ориентировке береговых валов, также образующих семь крупных генераций, происходило заполнение вогнутого берега между моренными холмами, или на подводный береговой склон, и лишь небольшая его часть транспортировалась на юг. Смещению наносов в губу препятствовало прежде всего противодействие отливного течения, которое, как и в настоящее время, концентрировалось вдоль восточного берега. Дополнительное усугубление размыва было создано постоянным уменьшением трубки тока горла эстуария в результате устойчивой аккумуляции у дисталей кос мысов Яреньгский Рог и Заячий.

Выводы

Таким образом, положение участков размыва и аккумуляции на берегах горла Унской губы и скорости разрушения берега predetermined направлены потоков волновой энергии, высокими нагонами и действием приливо-отливных течений. Зафиксировано, что важнейшую роль в перераспределении наносов и морфодинамике берегов при действии приливо-отливных течений играет сила Кориолиса. На участке от мыса Яреньгский Рог до мыса Заячий морфо- и литодинамика берегов определяются суперпозицией приливно-отливных течений и волнового воздействия СВ и С румбовых составляющих открытого моря. К СВ от мыса Заячий формируется область аккумуляции в пределах приливной осушки, а сложение южных румбовых составляющих волн, действующих внутри залива, с приливным течением обеспечивает размыв берега к СЗ от мыса Заячий. Морфодинамика восточного берега определяется суперпозицией отливного течения и отраженных от западного берега штормовых волн открытого моря СВ румбовых составляющих. Размыв усугубляется оползневыми процессами на береговых уступах. Воздействие причала в пос. Пертоминск сказывается на участке в 200 м севернее постройки (где идет аккумуляция) и в 2 км южнее (зона размыва). При этом сооружение причала не изменило, а лишь усилило естественные тенденции берега к отступанию³.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сафьянов Г.А. Эстуарии. М.: Мысль, 1987. 189 с.
2. Мартынов А.Я. Археологическая карта Беломорья: некоторые итоги и проблемы изучения // Первобытная и средневековая история и культура Европейского Севера. Пос. Соловецкий: Солти, 2006. С. 187–212.
3. Попова Л.Д. К истории Пертоминского монастыря // История Отечества. Святые и святые Русского Севера. Архангельск: Изд-во ПГУ, 2006. С. 118–124.
4. Дунаев Н.Н., Репкина Т.Ю., Авенариус И.Г., Леонтьев И.О. Роль новейшей тектоники в современной динамике морской береговой зоны платформенных областей Российской Арктики // ДАН. 2011. Т. 437. № 2. С. 258–260.

³ Авторы признательны аспиранту В.Н. Морозову и студентам С.В. Мазневу, Л.В. Ремизовой и Л.Е. Удалову, принимавшим участие в полевых работах и первичной обработке материалов.

5. Государственная Геологическая карта СССР. М-6 1:200000. Листы Q-37-XXVII–XXVIII, Q-37-XXXIII–XXXIV. М.: ВСЕГЕИ, 1989. 111 с.
6. *Авенариус И.Г.* Морфоструктура Беломорского региона // Геоморфология. 2004. № 3. С. 48–56.
7. *Никонов А.А.* Голоценовые и современные движения земной коры: геолого-геоморфологические и сейсмотектонические вопросы. М.: Наука, 1977. 240 с.
8. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т. II. Белое море. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 240 с.
9. www.rp5.ru (архив данных по ГМС России за 2005–2009 гг.)
10. Лотция Белого моря. Л.: УГС ВМФ, 1964. 297 с.
11. *Сафьянов Г.А.* Береговая зона океана в XX веке. М.: Мысль, 1978. 263 с.
12. *Сафьянов Г.А.* Геоморфология морских берегов. М.: Изд-во МГУ, 1996. 400 с.
13. *Невеский Е.Н., Медведев В.С., Калинин В.В.* Белое море. Седиментогенез и история развития в голоцене. М.: Наука, 1977. 236 с.

Московский государственный университет
 Географический факультет

Поступила в редакцию
 05.04.2011

COASTAL DYNAMICS OF UNSKAYA GUBA BAY (SUMMER COAST OF THE WHITE SEA)

G.A. SAFYANOV, T.Yu. REPKINA

Summary

Based on the results of field work during 1987–2008 and analysis of satellite images, the primary role of the Coriolis force in the gulf's coastal dynamics was established. The Coriolis force affects the tidal currents. As a result of the super-imposition of the tidal current over the north-east bearing constituent of an open sea wave disturbance, the west coast is marked by a positive sediment balance. The sediments here move towards the end of the gulf. The movement is accompanied by an intensive reshaping of the accumulation forms and coastal terraces (the wash-out occurs at the rate of up to 5m/year). At the eastern coast, the effect of the tidal fall and the storm waves reflected from the opposite coast, control the divergence of the sediment streams. This, together with land-slip processes at the coastal terraces and sharp deficit of sand material, results in the dominance of wash-out tendencies (up to 2m/year). Similar trends occurred during the Holocene.

УДК 551.435.323(470.26)

© 2013 г. А.Ш. ХАБИДОВ, Л.А. ЖИНДАРЕВ, К.В. МАРУСИН,
 Е.А. СВИРИДОВА, Е.А. ФЁДОРОВА, А.А. ЛЫГИН

СОВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА МОРСКОГО БЕРЕГА КУРШСКОЙ КОСЫ В ГРАНИЦАХ РОССИЙСКОГО СЕКТОРА ЮГО-ВОСТОЧНОЙ БАЛТИКИ¹

Введение

Территория находящегося под юрисдикцией России и Литвы приморского национального парка “Куршская коса” включает одноименную крупную морскую аккумулятивную форму, вытянутую с ЮЗ на СВ от г. Зеленоградска (Россия) до Клайпеды (Литва) и отделяющую от Балтийского моря пресноводный Куршский залив. Протяженность косы – 98 км, ширина – от 400–450 м в районе пос. Лесной до 3.8–4.0 км близ пос. Рыбачий.

¹ Работа выполнена в рамках мероприятия 1.5 Федеральной целевой программы “Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2013 годы” в соответствии с государственным контрактом № 16.515.11.5075.