

ОСОБЕННОСТИ ПРИБРЕЖНО-МОРСКИХ АККУМУЛЯТИВНЫХ ФОРМ РЕЛЬЕФА НА КОЛЬСКОМ ПОБЕРЕЖЬЕ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

© 2020 г. Ю. Д. Шуйский^{а, *}, Г. В. Выхованец^{а, *}, Г. Г. Гогоберидзе^{б, **}

^аОдесский национальный университет им. И.И. Мечникова, Одесса, Украина

^бМурманский арктический государственный университет, Мурманск, Россия

*E-mail: physgeo_onu@ukr.net

**E-mail: gogoberidze.gg@gmail.com

Поступила в редакцию 15.01.2020 г.

После доработки 01.04.2020 г.

Принята к публикации 21.04.2020 г.

Выявлены основные закономерности формирования, структуры, морфологии и состава наносов аккумулятивных форм рельефа в устьях малых рек на северном побережье Кольского полуострова. Наиболее подробному анализу подверглись устья рек Териберка и Воронья, в которых сформированы современные песчаные террасы прибрежно-морского генезиса. В условиях залегания прочных изверженных и кристаллизованных горных пород и активного физического выветривания после быстрого таяния снегов с водосбора в реки сносится мелкозернистый материал (в основном фракции ≤ 3 мм). Аллювий уходит на построение террас. Результирующий вектор ветрового потока на побережье направлен с суши в сторону моря (средняя многолетняя скорость ветра ≈ 8 м/с), и самые мелкие наносы сдуваются в море с поверхности террас. Они образуют песчаные приливные осушки, в отличие от восточных берегов Баренцева и Белого морей. Там доминируют илистые осушки, сложенные мелкозернистым материалом (в основном фракции ≤ 1 мм). Основная часть аллювия размером зерен ≥ 1.0 мм задерживается в речных руслах. На исследованном побережье в состав береговых террас входит в среднем 15.36% этих фракций. Наименее крупные обломки и часть песка по крутому подводному склону (до $i_{10} \leq 0.15$) уходят на глубину. На фронтальном надводном склоне террас доминируют фракции 0.25–1.0 мм на пляже (из них содержание фракции 0.5–1.0 мм = 38.93%). На долю всех песчаных фракций в сумме приходится 88.78%, с учетом береговых дюн. Мелкие (зародышевые) дюны характерны для устьев некоторых рек.

Ключевые слова: берег, песчаные террасы, устья рек, уровень моря, ветровой режим, фьорды, состав наносов, эоловые формы

DOI: 10.31857/S0869607120020068

ВВЕДЕНИЕ

В течение последних двух–трех десятилетий сформировались представления о береговой зоне Мирового океана как о единой природной (физико-географической) системе на активном контакте между сушей и океаном. При этом важнейшим элементом данной системы выступает масса наносов прибрежно-морского происхождения, но не столько сама по себе, сколько в режиме обмена между сушей и океаном. В составе морских побережий встречаются районы и участки, где типичным является обилие наносов, которыми сложены многочисленные аккумулятивные формы рельефа. Однако для тектоно-гляциальных морских побережий, в том числе берегов фьордового



Рис. 1. Местоположение районов исследований на северном берегу Кольского полуострова (в границах западного четырехугольника). Внутри восточного четырехугольника распространены малые фьорды. ПК — Полярный Круг.

Fig. 1. Research areas location on the Northern shore of the Kola Peninsula (within the boundaries of the Western quadrilateral). Small fjords are common within the Eastern quadrilateral. ПК — the Arctic Circle.

типа, аккумулятивные формы не характерны [4–6]. На них береговые аккумулятивные формы встречаются редко и имеют небольшие размеры. Поэтому таким формам рельефа не уделялось должного внимания, и они исследованы гораздо меньше, чем формы другого происхождения.

Целью данной статьи является изучение аккумулятивных форм рельефа фьордового побережья Кольского полуострова (рис. 1), состава их наносов и общих черт их динамики с целью обеспечения оптимального природопользования и охраны соответствующих природных систем.

Для достижения поставленной цели решаются следующие основные задачи: а) анализ истории исследований фьордовых побережий в северной части Кольского полуострова; б) анализ природных условий формирования береговых аккумулятивных форм рельефа; в) выявление особенностей морфологии и динамики береговых

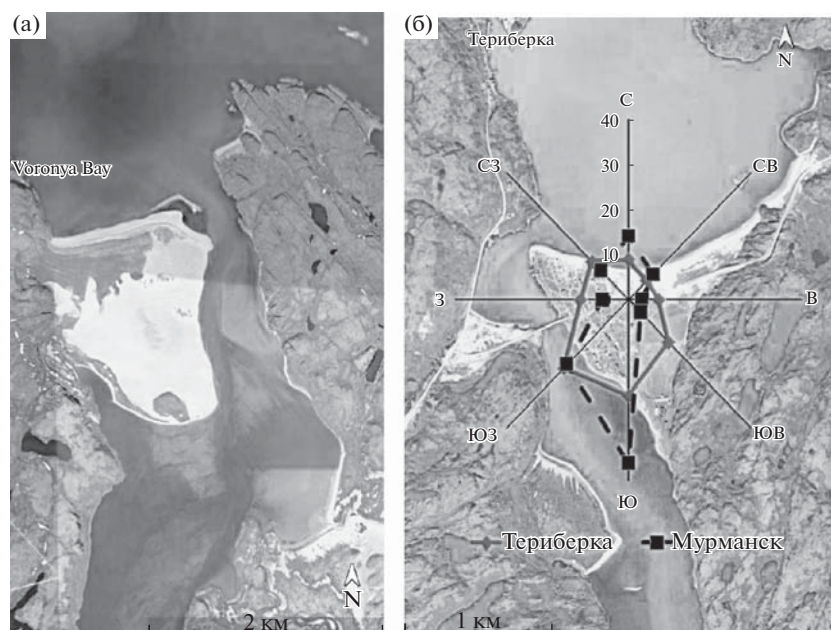


Рис. 2. Космопланы губ северного фьордового берега Кольского полуострова: а – Воронья губа; б – губа Териберка. На плане (б) нанесены диаграммы среднегодового ветрового режима по данным гидрометеорологических станций Териберка и Мурманск.

Fig. 2. Satellite maps of the Northern fjord coast of the Kola Peninsula: а – Voron'ya Bay; б – Teriberka Bay. Inside map (б) long-term wind regime diagrams are located (according to Teriberka and Murmansk weather stations data).

форм рельефа; г) анализ наносов, слагающих аккумулятивные формы прибрежно-морского генезиса.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В сентябре 2018 г. были проведены маршрутные исследования террасы в устье реки Териберка, отобраны пробы наносов по поперечному профилю пляжа и начала эоловой зоны в характерных точках (приустьевая полоса, средняя часть пляжа, верхняя часть пляжа, начало эоловой зоны, эоловая зона). Для исключения случайности в каждой точке пробы дублировались на расстоянии 1 м одна от другой (рис. 2). Всего отобрано 12 проб. Был выполнен их гранулометрический анализ в учебной лаборатории кафедры физической географии и природопользования Одесского национального университета им. И.И. Мечникова на десяти фракционных ситах, что традиционно общепринято в береговедении [6, 16, 18]. Гидрометеорологические условия анализировались по данным метеостанций Мурманск и Териберка [12]. Работы выполнены по стандартной методике полевых береговых исследований с соответствующей камеральной и аналитической обработкой, включая статистическую обработку. Дополнительно к полученным материалам и для сравнений привлекались данные, опубликованные в работах других авторов [4–8, 11, 13–15, 18, 19].

КРАТКАЯ ИСТОРИЯ БЕРЕГОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Опубликованные материалы по изучению побережий Баренцева моря в пределах Кольского полуострова крайне малочисленны, что подтверждают результаты XXVII Международной научной конференции, проведенной в Мурманске осенью 2018 г. [1, 7, 10]. Северная часть Кольского полуострова сложена прочными породами, относящимися к I классу по степени сопротивляемости абразии [4, 18], т.е. слабо поддающимся волновому разрушению. Эта часть побережья Баренцева моря относится к первично тектоническим мало измененным побережьям [17, 18]. Наиболее полные и разнообразные исследования проводились восточнее мыса Святой Нос. Кольский берег Мурманска исследован слабее, особенно современные литодинамические объекты и процессы. Кроме того, в зарубежной литературе сложилось мнение, что на фьордовом побережье мало наносов, и по этой причине повсеместно отсутствуют аккумулятивные формы прибрежно-морского генезиса и связанные с ними эоловые образования [1, 15, 17, 21].

Поскольку районы побережий, исследованные авторами сейчас и В.П. Зенковичем ранее [4, 6] в целом совпадают, а в 2020 г. исполняется 110 лет со дня рождения этого ученого, то авторы считают возможным посвятить эту статью памяти В.П. Зенковича (1910–1994) — признанного основателя современного береговедения.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Почти весь северный берег Кольского полуострова характеризуется отсутствием крупных накоплений рыхлых обломочных пород на открытом морском берегу и в устьях рек [5, 8]. Однако некоторые заливы, такие как губы Лодейная, Воронья, Климовка и ряд менее крупных, являются исключением. Из рис. 3 видно, что подводный склон этих губ не резко, а ступенеобразно опускается к подножью до глубины 100–200 м и, как следствие, в их вершинах в приустьевой части сформировались относительно отмелые участки дна, благоприятные для аккумуляции поступающих в береговую зону крупных речных наносов. Поступившие из речного русла наносы разного гранулометрического состава под действием волн и волновых течений проходят процесс прибрежно-морской дифференциации и разделяются на наносы волнового (≥ 0.1 мм) и неволнового (≤ 0.1 мм) поля [5, 17]. Наносы волнового поля остаются в береговой зоне и аккумулируются в виде приливных осушек, пляжей и небольших террас прибрежно-морского генезиса. Размеры этих террас контролируются не только уклонами подводного склона, но и величиной твердого стока рек.

Одной из крупных рек Кольского полуострова является река Воронья. Ее длина 210 км, а площадь водосбора 12500 км². В ее устьевой области сформирована одна из самых больших песчаных террас на северном побережье Кольского полуострова, площадью 2.1 км². В плане она представляет собой монолитное песчаное тело в виде неправильной трапеции на левом берегу реки (рис. 2а). В этом заливе сформировались наиболее благоприятные условия для аккумуляции наносов в береговой зоне, в месте впадения реки в Баренцево море. Вдоль всего морского края устья уклон подводного склона до глубины 10 м умеренно приглубый и равен в среднем 0.027. Длина фронтальной береговой линии террасы равна 1.23 км.

Териберская терраса сформировалась в месте впадения реки Териберка в губу Лодейная. По площади водосбора и длине р. Териберка значительно уступает Воронье, и ее площадь водосбора и длина соответственно равны 2400 км² и 120 км. Такая разница в размерах рек нашла отражение и в площади террас. Площадь Териберской террасы в 1.43 раза меньше площади террасы р. Воронья. В плане она представляет собой неправильный четырехугольник, расчлененный рекой Териберка и сопкой на три неравнозначных участка (рис. 2б). Самый крупный (0.94 км²) из них располагается на

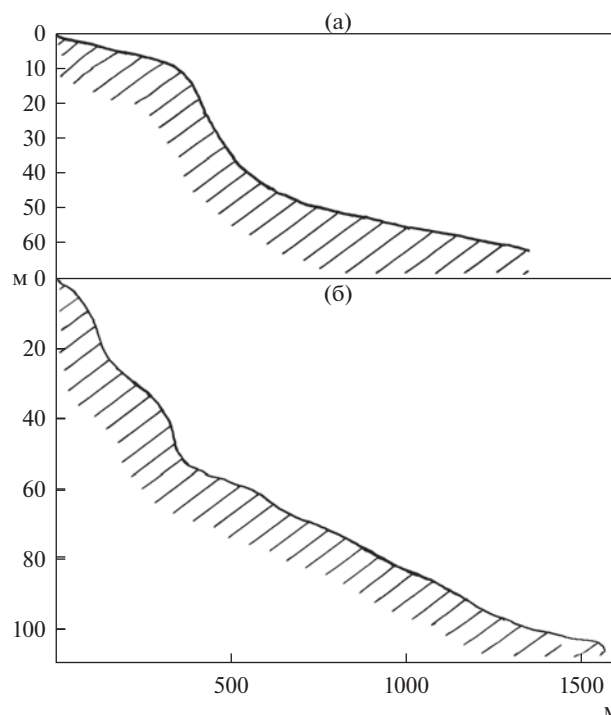


Рис. 3. Характерные поперечные профили подводного склона Баренцева моря вдоль фьордового Мурманского берега: а – район бухты Вороньей; б – район залива Териберка; 0 – средний уровень моря.

Fig. 3. Typical cross profiles of the Barents sea underwater slope along the Murmansk fjord coast: а – the area of the Voron'ya Bay; б – the area of the Teriberka Bay; 0 – the average sea level.

открытом правом берегу реки в форме равнобедренного треугольника. Он отгораживает долину реки от вершины губы (фьорда). Два других участка значительно меньше, их площади соответственно 0.33 и 0.16 км². Они расположены в вогнутостях коренного рельефа на левом берегу реки.

На поперечном профиле морского края террасы и вкrest береговой линии четко прослеживаются следующие морфологические элементы снизу вверх: приливная осушка, крутой пляж и эоловая зона. Отобранные на каждом из них пробы наносов на Териберской террасе показали, что они сложены хорошо отсортированным ($S_0 = 1.15–1.60$) разнoзернистым песчаным материалом ($M_d = 0.30–0.75$ мм), с примесью гравия от 0.49% в эоловой зоне и до 29.02% в приурезовой. Поверхность оказалась плоской у террасы, на которой местами возвышаются невысокие (до 0.5–1.0 м) одиночные эоловые холмы и гряды. Местами она покрыта травянистой и кустарниковой растительностью. Вне зоны влияния приливных и сгонно-нагонных вод проективное покрытие растительности может достигать 100%, хотя чаще всего составляет 40–60%.

Столь заметное скопление песчаного материала в виде устьевых террас бывает потенциальным источником для возникновения и развития эолового рельефа. Чаще всего он отсутствует. В общем его размеры несоизмеримы с теми, что встречаются, например, на берегах Бискайского залива, Северного и Балтийского морей [2, 6, 18, 20, 23]. Каковы причины таких различий?

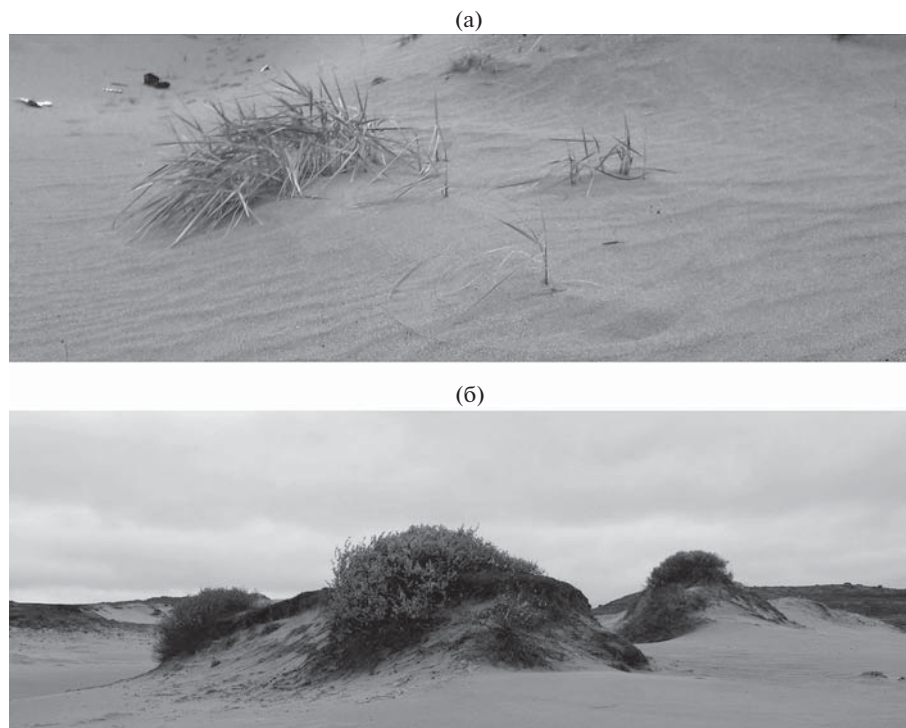


Рис. 4. Типичный эоловый рельеф на песчаных террасах во фьордах Кольского побережья Баренцева моря: а — сетка рифелей (“песчаной ряби”) после действия умеренных ветров; б — крупные эоловые холмы в центральной части террас.

Fig. 4. Typical aeolian terrain on sand terraces in the fjords of the Kola coast of the Barents sea: a — a grid of ripples (“sand ripples”) after the moderate winds impact; б — large aeolian hills in the central part of the terraces.

Как следует из теории эолового морфогенеза [2, 3, 22], формирование эолового рельефа на морском берегу зависит от многих природных факторов. Главным источником наносов на морском берегу для формирования эолового рельефа повсеместно служит морской пляж [2, 22], с которого наносы поступают в эоловую зону (рис. 4). На исследованных террасах ширина пляжей и их площади достаточны для насыщения ветрового потока наносами и перемещения его на значительные расстояния.

Ветровой режим имеет важное значение в формировании ветропесчаного потока и в образовании эоловых форм рельефа. Он служит движущей силой эолового морфолитогенеза как на морском берегу, так и в континентальных условиях [2, 22]. Из всех параметров ветра (скорость, продолжительность действия, направление, повторяемость) его направление по отношению к простиранию береговой линии аккумулятивной террасы имеет важное, часто определяющее, значение в образовании эоловых форм рельефа на морском берегу. В зависимости от преобладающего переноса наносов вдоль или вкрест простирания береговой линии возможно несколько вариантов развития эолового рельефа.

Во-первых, если ветровой и, соответственно, ветропесчаный поток, имеет береговую составляющую, т.е. преобладают подвижки наносов со стороны суши, то ведущим окажется процесс сдувания наносов с поверхности аккумулятивной формы в море. В таких условиях эоловые формы не успевают адаптироваться к режимным характери-

стикам ветра и имеют небольшую высоту — до 1.0 м. Во-вторых, возможны ситуации, когда ветровой поток преобладает со стороны моря. Тогда, при прочих равных условиях, с пляжа постоянно идет подача материала в его тыльную часть и далее на береговую сушу. В этом случае возможно формирование крупных форм эолового рельефа холмистого и грядового типа, как, например, на восточных и южных берегах Балтийского моря. В-третьих, очень часто ветер по всем показателям преобладает вдоль аккумулятивной формы или близко этому направлению, что чаще всего благоприятствует формированию крупного эолового рельефа грядового типа.

Режимные характеристики ветра анализировались по данным метеостанций “Мурманск и Териберка”. В исследованном районе Баренцева моря ветровой режим находится в соответствии с барическим рельефом и положением относительно центров Исландской и Алеутской депрессий, Сибирского и Полярного максимумов [9, 12]. В среднем за год за многолетний период преобладают ветры с южной стороны горизонта. На их долю приходится 60% в Мурманске и 56% в Териберке (рис. 26). Ветры противоположных северных румбов имеют значительно меньшую повторяемость — 31 и 27% соответственно в Мурманске и Териберке.

Универсальным показателем, отражающим тенденции развития эоловых процессов, является коэффициент эолового сноса ($K_{эол} = Пб/Пм$). Он представляет собой отношение ветровых (эоловых) подвижек от берегового (Пб) и морского (Пм) секторов. На Териберской террасе коэффициент равен 2.07 ($Пб/Пм = 56/27$). Такая величина указывает на то, что поверхность террасы испытывает заметно более сильное влияние ветровой энергии со стороны суши и при этом возрастает роль эолового сноса на морской пляж и подводный склон за счет непрерывной дефляции поверхности террасы. Несмотря на постоянное сдувание наносов в море с поверхности террасы, эоловые формы в виде отдельных низких холмов и их гряд, высотой до 1.0 м, встречаются в верхней части пляжа и примыкающей к нему террасе. Встречаются все разновидности эолового рельефа: от песчаной ряби (рис. 4а) до крупных холмов и гряд (рис. 4б). На левом (западном) берегу реки терраса прикрыта сопками от воздействия ветров южных румбов, и здесь на нее оказывают влияние ветры преимущественно северного и северо-восточного направлений. Их повторяемость в 3.7 раза ниже, чем у ветров южных направлений. Из рис. 26 видно, что в этой части террасы ветры первой четверти являются морскими, подающими наносы с пляжа и поверхности террасы к подножью сопки. Поэтому здесь, в отличие от основной части террасы, в соответствии с ветровым режимом сформировались небольшие, высотой до 1.5–2.0 м, эоловые холмы и гряды, вытянутые по направлению действия ветра (рис. 5). Такие образования встречаются редко: это так называемые прислоненные береговые дюны.

Не менее важным параметром ветра является его скорость. От нее зависит степень насыщения ветрового потока наносами [3]. Чем больше скорость ветра, тем больше перемещается наносов при прочих благоприятных условиях.

Ветровой режим района исследований отличается суровостью. Средняя годовая скорость ветра по метеостанции Териберка составляет 7.1 м/с [12]. Большую часть года (с октября по апрель) средняя месячная скорость больше среднегодовой и изменяется от 7.1 м/с в апреле до 8.4 м/с в декабре и январе. Ветры с перемещающими скоростями (более 8 м/с) для наносов на террасе дуют 338 дней в среднем за многолетний период. В холодный период года с октября по март они бывают в 1.77 раза чаще (210 дней), чем в теплый период с апреля по сентябрь (118 дней). Наиболее суровым режимом характеризуется конец осени, зимние и первый весенний месяц. В это время года число дней с сильными ветрами (≥ 15 м/с), способными массово переносить в ветропесчаном потоке песчаные и даже гравийные наносы, достигает 7.6–12.1 дня в месяц. В летний период года сильные ветры бывают реже — всего от 0.9 до 1.4 дня в каждом месяце. Начало осени характеризуется большим числом дней с сильными ветрами (3.0–6.1 дней) в сравнении с серединой и окончанием весны (2.3–4.5 дня).



Рис. 5. Общий вид приливной песчаной осушки перед прибрежно-морской террасой в Териберском фьорде Баренцева моря.

Fig. 5. General view of tidal sandbank in front of the coastal-marine terrace in the Teribersky fjord of the Barents sea.

Повторяемость градаций скоростей ветра характеризуется значительными отличиями по направлениям. Ветры со скоростью ≥ 10 м/с имеют наибольшую повторяемость от южного и юго-западного румбов. На их долю приходится соответственно 2.0–1.9% годового времени, что в сравнении с ветрами других направлений в 2 раза больше. Сопоставление сильных ветров противоположных береговых и морских румбов показало, что южные ветры в 2.43 раза чаще дуют в сравнении с северными, а юго-западные в 9.18 раз чаще северо-восточных. Ветры со скоростью ≥ 18 м/с возможны только от южного, западного, северо-западного и северного секторов горизонта. Их повторяемость изменяется от 0.002% у южного и западного румбов до 0.009% у северо-западного и 0.025% у северного румбов. Из приведенного следует, что такие высокие среднегодовые и среднемесячные скорости ветра способствуют тому, что практически в течение всего года на Териберской и Вороньей террасах наносы находятся в движении и подвергаются процессу ветровой дифференциации [17, 18]. Многолетние наблюдения показали [17], что ледовые выносы доминирующими ветрами в открытом море могли достигать до 20 т/км², при мощности припайного льда до 0.5 м в течение морозного периода.

Наряду с ветровыми характеристиками, существенное влияние на перемещение наносов и мощность ветропесчаного потока оказывает влажность наносов на пляже и на всей поверхности террасы в целом. На большей части террасы, исключая пляж, она зависит от атмосферных осадков. К тому же сильные ветры очень быстро выдувают влагу с поверхности, а отрицательные температуры в малоснежные зимы приводят к ее вымораживанию в верхних горизонтах. Поэтому песок чаще всего бывает сухим, подвижным под влиянием ветра.

Отобранные пробы наносов на типичном поперечном профиле пляжа и в начале эоловой зоны Териберской террасы показали, что в их составе выделяется не более четырех фракций, но преобладают средне- и крупнозернистые пески. На долю всех вместе взятых песчаных фракций приходится 77.92–89.8% в разных точках террас. На этом фоне самое низкое содержание песчаных фракций (77.92%) было обнаружено в приурезовой зоне, откуда они во время шторма вымываются прибойным потоком. На других участках содержание этих фракций более высокое и достигает 85.1–89.8%. Медианный диаметр (Md) наносов меняется от 0.3 мм в средней части пляжа и эоловой зоне на левом берегу до 0.75 мм в приурезовой зоне. Верхняя часть пляжа и начало эо-

Таблица 1. Основные гранулометрические характеристики наносов на Териберской морской террасе, Кольское побережье Баренцева моря. Пояснения в тексте**Table 1.** Main granulometric characteristics of sediments on the Teribersky marine terrace, Kola coast of the Barents sea. Explanations are in the text

№ пробы	Местоположение на пляже	Md, мм	S ₀	Соотношение фракций 0.5–1.0 мм/0.1–0.5 мм	Основные фракции, %		Число фракций	Ведущий процесс
					≤ 0.1 мм	0.1–1 мм		
1	Приурезовая зона	0.75	1.31	61.4/16.3	—	77.92	3	Волновая сепарация
2	Средняя часть	0.30	1.15	8.90/58.6	8.50	89.2	4	Эоловая аккумуляция
3	Верхняя часть	0.60	1.45	57.2/29.5	0.11	87.3	3	Дефляция
4	Начало эоловой зоны	0.60	1.51	53.6/35.2	0.57	89.8	3	Дефляция
5	Эоловая зона	0.33	1.60	13.5/51.7	14.38	85.1	4	Эоловая аккумуляция

Примечание. Проба № 5 взята в эоловой зоне у моста на левом берегу р. Териберка.

ловой зоны террасы характеризуются переходными значениями диаметра частиц, равными 0.60 мм (табл. 1).

Соотношение фракций показало, что крупный песок преобладает в приурезовой зоне, в верхней части пляжа и в начале эоловой зоны. В верхней части пляжа и начале эоловой зоны его в 1.52–1.94 раза больше, чем среднезернистого песка. Фракции мелкого песка и алевро-пелита встречаются в ничтожно малых количествах и в сумме на их долю приходится 0.19–1.54%. Аналогичное соотношение отмечается в эоловой зоне на левом берегу реки Териберки у моста.

Об условиях переноса наносов и их отложении можно судить по форме обломков и степени их окатанности. Оценка формы песчинок и степени их окатанности проводилась по пятибалльной шкале путем рассматривания и оценок по 100 частиц из каждой пробы, согласно методике [16]. Выполненная оценка показала, что во всех пробах наносы окатаны плохо. Преобладают в основном весьма угловатые и угловатые частицы (0–1 балл окатанности). Хуже всего окатаны наносы в мористой части эоловой зоны у верхней части пляжа, а также на террасе у моста. Здесь результат опробования 100 частиц песка показал, что преобладают мелкие весьма угловатые, совершенно неокатанные обломки с острыми режущими краями (0–1 балл). На долю практически неокатанных частиц (0 баллов) приходится от 50 до 57%, а вполне сохранившие первоначальную форму и обладающие лишь слегка окатанными (1 балл) углами и ребрами песчинки составляют 33–37%. Частицы со слегка сглаженными ребрами, в очертаниях которых еще отчетливо заметны прямолинейные отрезки, встречаются в пределах от 8 до 12% случаев. Практически все самые мелкие частицы являются неокатанными.

Лучше всего наносы окатаны в приурезовой зоне пляжа. Здесь в пробах практически отсутствуют (7%) частицы с острыми режущими краями, но зато доля почти окатанных (3 балла) достигает 22%. Средний бал окатанности оказался равным чуть больше 2. Верхняя часть пляжа и начало эоловой зоны, испытывающие влияние ветров всех направлений, сложены слабо окатанными (0–1 балл) наносами.

В работе [17] указывается, что в целом осадки береговой зоны вдоль северной части Кольского полуострова имеют один комплекс минералов и могут быть отнесены к единой минералогической провинции. Основные минералы легкой фракции — это кварц, полевые шпаты и плагиоклазы. Валовое содержание тяжелой фракции состав-

ляет от 1 до 20%. В ее составе характерными являются роговая обманка, эпидот, пироксены, гранат, апатит, агирин. Учитывая при этом гранулометрические показатели, можно относить исследованные наносы к группе с замедленной подвижностью в волновом потоке.

Проанализировав распределение наносов на морском крае террасы и в эоловой зоне на фоне действующих режимных характеристик ветра, мы можем утверждать, что на каждой устьевой террасе можно выделять несколько участков с разными морфологическими процессами. Эоловая аккумуляция характерна для средней части пляжа. На ней отлагаются наносы, поступающие как из прибойной зоны, так и в ветропесчаном потоке, с поверхности террасы. Так же устойчива и эоловая аккумуляция на левом берегу реки у моста. Здесь аккумулируются наносы, поступающие с приливной осушки и перемещаемые ветрами от восточной стороны горизонта. Для нижней полосы прибойной зоны пляжа характерна волновая сепарация наносов, а в верхней части пляжа и начале эоловой зоны преобладает дефляция.

ВЫВОДЫ

Фьорды Мурманского побережья Кольского полуострова исследованы недостаточно полно по сравнению с другими фьордовыми побережьями. Высокая интенсивность ветровых волн на сопредельном море, мощные сгонно-нагонные колебания уровня, сильное влияние приливных волн во фьордах взаимодействуют между собой и с другими компонентами береговых природных систем так, что стало возможным образование устьевых песчаных аллювиально-делювиальных террас в вершинах фьордов.

Основная масса осадочного материала в террасах представлена фракциями от 0.25 до 1.0 мм. Их содержание в сумме равно 77.2% на морском пляжах и 88.78% на эоловых грядах. Содержание зерен наносов крупнее 1.0 мм в среднем не превышает 15.36% на всех террасах внутри фьордов.

В условиях меридионального простирания фьордов происходит интенсивное сдувание наносов с поверхности террасы и верхней части пляжа на подводный склон и, как следствие, эоловые формы рельефа не успевают превратиться в более или менее крупные.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы считают своим долгом выразить искреннюю благодарность А. Гогоберидзе за помощь в обработке гидрометеорологической информации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Булавина А.С. Источники антропогенной нагрузки на прибрежные воды Баренцева моря // Арктические берега: путь к устойчивости: материалы XXVII международной береговой конференции. Мурманск, 2018. С. 282–285.
2. Выхованец Г.В. Эоловый процесс на морском берегу. Одесса: Астропринт, 2003. 368 с.
3. Выхованец Г.В. Основные положения теории эолового морфогенеза на морском берегу // Вісник Одеського національного університету. Географічні та геологічні науки. 2004. Т. 9. Вып. 4. С. 129–144.
4. Зенкович В.П. Наблюдения над морской абразией и физическим выветриванием на Мурманском берегу // Ученые записки МГУ. География. 1937. № 16. С. 113–142.
5. Зенкович В.П. Промысловые карты грунтов губ Княжьей, Вороньей и Белой // Труды ВНИРО. 1938. Т. 5. С. 32–43.
6. Зенкович В.П. Основы учения о развитии морских берегов. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 710 с.
7. Иешин В.А., Корсаков А.Л., Анциферов М.Ю. Особенности сезонной динамики параметров вод в восточном рукаве губы Ура, Баренцево море // Арктические берега: путь к устойчивости: материалы XXVII международной береговой конференции. Мурманск, 2018. С. 231–235.
8. Каплин П.А. Фьордовые побережья Советского Союза. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 190 с.
9. Лаппо С.Д. Природные ледовые районы окраинных арктических морей // Вопросы географии. 1970. № 84. С. 233–242.

10. Лукьянова С.А., Соловьева Г.Д. Абразионная опасность на Арктическом побережье России // Арктические берега: путь к устойчивости: материалы XXVII международной береговой конференции. Мурманск, 2018. С. 246–250.
11. Мурманская область: общегеографическая карта. Масштаб 1 : 500 000; 1 : 200 000. СПб.: ООО АРТ-АТЛАС, 2017. 7 с.
12. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Вып. 2: Мурманская область. Л.: Гидрометеиздат, 1988. 314 с.
13. Панов Д.Г. Геоморфологический обзор побережий Баренцева моря // Изв. ВГО. 1937. Т. 69. № 6. С. 522–534.
14. Полканов А.А. Геологический очерк Кольского полуострова // Труды Арктического института. 1936. Т. 53. С. 634–654.
15. Репкина Т.Ю. Морфолитодинамика побережья и шельфа юго-восточной части Баренцева моря. Автореф. дис. на соиск. ученой степени кандидата географических наук. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2005. 24 с.
16. Рухин Л.Б. Основы литологии (Учение об осадочных породах). Л.: Недра, 1969. 704 с.
17. Тарасов Г.А. Осадконакопление на шельфе южной части Баренцева моря // Автореф. дисс. на соиск. ученой степени кандидата геол.-мин. наук. М.: ГИН АН СССР, 1982. 16 с.
18. Шуйский Ю.Д. Проблемы исследования наносов в береговой зоне морей. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 240 с.
19. Шуйський Ю.Д. Типи берегів Світового океану. Одеса: Астропринт, 2000. 480 с.
20. Aunan K., Romstad B. Strong Coasts and Vulnerable Communities: Potential Implications of Accelerated Sea-Level Rise for Norway // J. Coastal Research. 2008. V. 242. № 2. P. 403–409.
21. Doody J.P. Sand dunes inventory of Europe. Peterborough: JNCC Publ. Co., 1991. 81 p.
22. Horikawa K. Nearshore Dynamics and Coastal Processes. Tokyo: University of Tokyo Press, 1988. 522 p.
23. Rapp A., Nyberg R. Mass movements, nivation processes and climatic fluctuations in northern Scandinavian mountains // Norsk Geografisk Tidsskrift. 1988. V. 42. № 4. P. 245–254.

Peculiarities of Shore Accumulative forms of Relief Along the Kola Coast of the Barents Sea

Yu. D. Shuisky^{1,*}, G. V. Vykhovanets^{1,*}, and G. G. Gogoberidze^{2,**}

¹*Mechnikov's National University of Odessa, @, Ukraine*

²*Murmansk Arctic State University, Murmansk, Russia*

**e-mail: physgeo_onu@ukr.net*

***e-mail: gogoberidze.gg@gmail.com*

The main regularities of formation, structure, morphology and composition of sediments of accumulative landforms at the mouths of small rivers on the northern coast of the Kola Peninsula are presented. The mouths of the Teriberka and Voron'ya rivers have been studied in the most detail, where modern sandy terraces of the coastal-marine genesis were formed. In the presence of solid igneous and crystallized rocks and due to active physical weathering, the rapid snow melting provokes flow of fine-grained material (mainly fractions ≤ 3 mm) from the catchment into the rivers. Alluvium forms terraces. The resultant wind flow vector is directed from the land to the sea (average long-term wind speed ≈ 8 m/s), and the smallest sediments are blown from the surface of the terraces into the sea. These sediments form sandy tidal sandbanks unlike the eastern shores of the Barents Sea and White Sea where silt-banks dominate, composed of fine-grained material (mainly fractions ≤ 1 mm). The main part of alluvium with grains ≥ 1.0 mm is retained in river channels. On the studied coast, an average of 15.36% of these fractions is included into the composition of coastal terraces. The smallest debris and part of the sand go down to a depth along a steep underwater slope (up to $10 \leq 0.15$). On the front surface slope of the terraces, fractions of 0.25–1.0 mm dominate on the beach (of which the content of the fraction of 0.5–1.0 mm = 38.93%). All sand fractions account for 88.78%, including coastal dunes. Small (germinal) dunes are typical for the mouths of some rivers.

Keywords: coast, sandy terrace, river mouth, sea level, wind regime, fjords, sediment composition, Aeolian forms

REFERENCES

1. Bulavina A.S. Istochniki antropogennoj nagruzki na pribrezhny'e vody` Barentseva morya // *Arkticheskie berega: put` k ustojchivosti: materialy` XXVII mezhdunarodnoj beregovoju konferencii*. Murmansk, 2018. S. 282–285.
2. Vy`xovanez G.V. E`olovy`j process na morskome beregu. Odessa: Astroprint, 2003. 368 s.
3. Vy`xovanez G.V. Osnovny`e polozheniya teorii e`olovogo morfogeneza na morskome beregu // *Visnik Odes`kogo naczional`nogo universitetu. Geografichni ta geologichni nauki*. 2004. T. 9, vip. 4. S. 129–144.
4. Zenkovich V.P. Nablyudeniya nad morskoy abraziiej i fizicheskim vy`vetrivaniem na Murmanskome beregu // *Ucheny`e zapiski MGU. Geografiya*. 1937. № 16. S. 113–142.
5. Zenkovich V.P. Promy`slovy`e karty` gruntov gub Knyazh`ej, Voron`ej i Beloj // *Trudy` VNIRO*. 1938. T. 5. S. 32–43.
6. Zenkovich V.P. Osnovy` ucheniya o razvitii morskix beregov. M.: Izd-vo AN SSSR, 1962. 710 s.
7. Ivshin V.A., Korsakov A.L., Anciferov M.Yu. Osobennosti sezonnoj dinamiki parametrov vod v vostochnom rukave guby` Ura, Barentsevo more // *Arkticheskie berega: put` k ustojchivosti: materialy` XXVII mezhdunarodnoj beregovoju konferencii*. Murmansk, 2018. S. 231–235.
8. Kaplin P.A. Fiordovy`e poberezh`ya Sovetskogo Soyuza. M.: Izd-vo AN SSSR, 1962. 190 s.
9. Lappo S.D. Prirodny`e ledovy`e rajony` okrainny`x arkticheskix morej // *Voprosy` geografii*. 1970. № 84. S. 233–242.
10. Luk`yanova S.A., Solov`eva G.D. Abrazionnaya opasnost` na Arkticheskom poberezh`e Rossii // *Arkticheskie berega: put` k ustojchivosti: materialy` XXVII mezhdunarodnoj beregovoju konferencii*. Murmansk, 2018. S. 246–250.
11. Murmanskaya oblast`: obshhegeograficheskaya karta. Masshtab 1 : 500 000; 1 : 200 000. SPb.: OOO ART-ATLAS, 2017. 7 s.
12. Nauchno-prikladnoj spravochnik po klimatu SSSR. Vy`p. 2: Murmanskaya oblast`. L.: Gidrometeoizdat, 1988. 314 s.
13. Panov D.G. Geomorfologicheskij obzor poberezhij Barentseva morya // *Izvestiya VGO*. 1937. T. 69. № 6. S. 522–534.
14. Polkanov A.A. Geologicheskij ocherk Kol`skogo poluostrova // *Trudy` Arkticheskogo instituta*. 1936. T. 53. S. 634–654.
15. Repkina T.Yu. Morfolitodinamika poberezh`ya i shel`fa yugo-vostochnoj chasti Barentseva morya. Avtoref. dis. na soisk. uchenoj stepeni kandidata geograficheskix nauk. M.: MGU im. M.V. Lomonosova, 2005. 24 s.
16. Ruxin L.B. Osnovy` litologii (Uchenie ob osadochny`x porodax). L.: Nedra, 1969. 704 s.
17. Tarasov G.A. Osadkonakoplenie na shel`fe yuzhnoj chasti Barentseva morya // Avtoref. diss. na soisk. uchenoj stepeni kandidata geol.-min. nauk. M.: GIN AN SSSR, 1982. 16 s.
18. Shujskij Yu.D. Problemy` issledovaniya nanosov v beregovoju zone morej. L.: Gidrometeoizdat, 1986. 240 s.
19. Shujskij Yu.D. Tipi beregiv Svitovogo okeanu. Odesa: Astroprint, 2000. 480 s.
20. Aunan K., Romstad B. Strong Coasts and Vulnerable Communities: Potential Implications of Accelerated Sea-Level Rise for Norway // *J. Coastal Research*. 2008. V. 242. № 2. P. 403–409.
21. Doody J.P. Sand dunes inventory of Europe. Peterborough: JNCC Publ. Co., 1991. 81 p.
22. Horikawa K. Nearshore Dynamics and Coastal Processes. Tokyo: University of Tokyo Press, 1988. 522 p.
23. Rapp A., Nyberg R. Mass movements, nivation processes and climatic fluctuations in northern Scandinavian mountains // *Norsk Geografisk Tidsskrift*. 1988. V. 42. № 4. P. 245–254.