

Живые камни

Т.Ю.Репкина, Н.В.Шевченко,

кандидаты географических наук, старшие научные сотрудники кафедры геоморфологии и палеогеографии географического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова

Н.И.Косевич,

аспирантка той же кафедры

Характерная черта берегов западного Беломорья — крупные валуны и глыбы, хаотично разбросанные на литорали, а на ее мористой границе — сгруппированные в валунный пояс. Попав на берег из разных источников и в разное время, камни не лежат на месте. Валунная мозаика ежегодно перестраивается. Сила, способная сдвигать такие крупные (весом до нескольких тонн) глыбы, — припайный лед.

Находящиеся на литорали обломки частично или полностью вмержают в припай, толщина которого над ними часто увеличена за счет ледяных шатров*. Включенные в лед валуны перемещаются при «дыхании» припая под действием приливов и отливов. Однако особенно значительная перестройка облика литорали связана с разрушением льда весной или в глубокие оттепели, которые случаются в Кандалакшском заливе 4—6 раз в теплые и 2—4 раза в холодные зимы [1].

Об особенностях переноса льдом крупных обломков известно немного. В.Г.Чувардинский установил, что в кутовой части Кандалакшского залива интенсивность выноса валунов с берега пропорциональна скорости приливных течений [2]. Мощность льда позволяет двигать обломки диаметром до 1.5—2 м, а основной механизм захвата валунов и их переноса на лед — выдавливание по трещинам при подвижках припайных льдин [2].

На литорали п-ова Киндо начиная с 1960-х годов стали фотографировать положения камней (наблюдения Н.Н.Морфенина, а с 1999 г. — Ф.А.Романенко), что позволило обнаружить высокую подвижность валунов, возрастающую на участках сильных течений, — за один зимний сезон камни смещались иногда более чем на 20 м. В теплые зимы 2007/2008 и 2008/2009 гг., когда припай часто перестраивался, существенно изменили свое положение валуны на литорали северного побережья полуострова [3].

Суммарный объем, направление и дальность разноса каменных глыб льдом практически не изучены. До конца не понятны механизмы захвата и транспортировки валунов по поперечному про-

филю литорали. Для решения этих задач в 2009 г. на ББС МГУ мы организовали три площадки стационарных наблюдений. Первая расположена в черте поселка ББС у мыса Крестовый. Там сильные течения, ширина литорали меняется от 8 до 40 м, а глубины у берега быстро нарастают. Две другие площадки находятся в районе урочища Черные Щели, на участках с меньшими скоростями течений: в небольшой открытой бухте, где на осушке шириной 20—26 м за счет выступа коренных пород образовался выдающийся в море гребень, и на прямолинейном участке берега с шириной литорали 15—20 м.

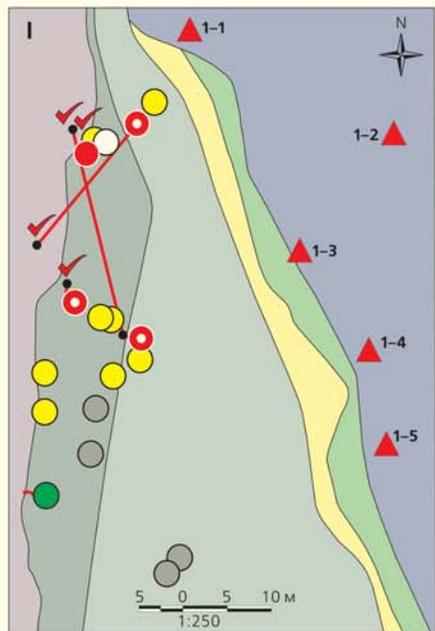
Каждое лето определялось положение маркированных валунов относительно неподвижных реперов. Замеры делали металлической мерной лентой (среднеквадратическая ошибка — 5 см) в начале июня, после полного разрушения припая. Точность измерений была проверена при съемке площадок электронным тахеометром с погрешностью не более 3 мм на 100 м. Так можно определить траекторию движения каждого валуна за зимний сезон. Важный элемент исследований — осмотр и фотографирование наших подопечных, поиск косвенных, в том числе фитоиндикационных признаков (изменений в проективном покрытии водорослей, характере обрастания прикрепленными организмами), позволяющих восстановить механизм перемещения камней. Зимой проводились наблюдения за строением ледового покрова площадок и за особенностями вмержания валунов в припай.

За 2009—2012 гг. мы получили данные о «жизни» 180 камней объемом от 0.01 до 11.6 м³. Их масса, рассчитанная исходя из линейных размеров и плотности пород, изменяется от 20 кг до 31.3 т, а диаметр (условный, так как обломки обычно имеют неправильную форму) — от 0.2 до 3.0 м.

Как оказалось, наиболее активно двигались обломки массой 50—500 кг и диаметром от 0.2 до 0.8 м. Чуть менее подвижны камни массой 1—5 т с диаметром 0.8—1.6 м. Обломки в 500 кг — 1 т смещались редко, а крупные глыбы массой более 5 т оставались на месте.

Траектории движения валунов индивидуальны, но ориентированы они в основном вниз по литорали и в направлении отливного течения. В течение трех зим 46% учтенных нами камней не поме-

* Подробнее о ледяных шатрах и строении припая см. статью Ф.А.Романенко с соавторами в этом номере журнала



Форма рельефа

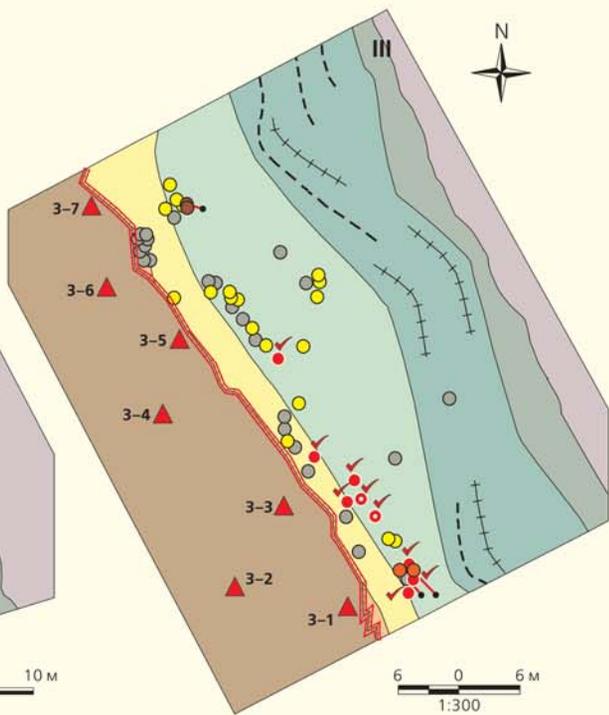
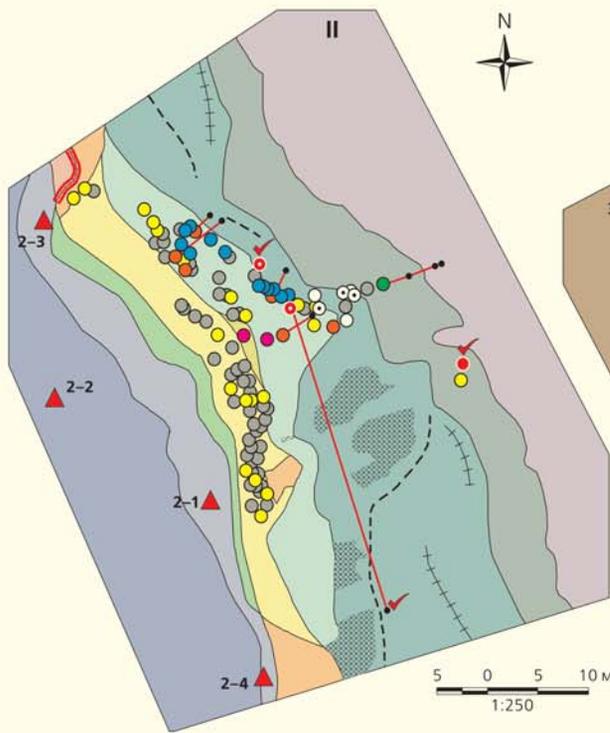
- Подводный береговой склон
- Валунный пояс
- Литораль:
 - нерасчлененная
 - нижняя
 - верхняя
- Марш
- Пляж
- Выходы скальных пород на пляже
- Морские террасы:
 - современная до 0.5 м
 - современная до 1.5 м: абразионно-аккумулятивная
 - абразионная
 - голоценовые 2–3.5 м
- Склон в скальных породах

Площадки

- I
- II
- III

Динамика крупных обломков

- Стабильные
- Перенос над осушкой:
 - на > 0.5 м
 - на < 0.5 м
 - с «разборной скалы»
- перекачивание с грани на грань
- волочение на перегибах рельефа
- волочение на наклонных поверхностях
- Принесенные льдом:
 - затем стабильные
 - ⊙ затем перемещенные
- Вынесенные льдом с площадок:
 - затем стабильные
 - затем смещенные



- ▨ Выходы скальных пород на литорали
- ▬ Крутые и отвесные скалистые уступы
- +++ Гребни гряд
- Тальвеги ложбин

- Промежуточное положение обломков (на июнь 2010, 2011 и 2012 гг.)
- ✓ Положение обломков перед выносом с площадки
- Траектории движения обломков
- 1-2 ▲ Реперы и их номера

Схема динамики крупнообломочного материала в 2009—2012 гг. у мыса Крестовый (I), вблизи урочища Черные Щели (II) и в самом урочище (III).

няли своего положения, 38% — смещались за сезон на 0.2—0.5 м, и лишь 16% — на 1.5—30 м.

По траектории перемещения валунов, их положению в рельефе литорали и косвенным признакам можно восстановить механизм транспортировки обломков льдом. Чаще всего валуны (как небольшие, так и весом до 5 т), полностью или частично вмороженные в лед, передвигаются, не касаясь поверхности осушки, «перескакивая» через расположенные рядом обломки. Как правило, при этом камни не переворачиваются. На месте, где они раньше лежали, остаются следы — площадки, свободные от водорослей. Выпавшие из берегового уступа обломки («разборная скала») под действием процессов выветривания постепенно расчленяются на более мелкие отдельные, которые захватывает и переносит лед.

У мористого края валунного пояса на припае всегда образуются параллельные берегу приливные трещины. Там мы наблюдали еще один способ перемещения. Глыбы (объемом 1.28 и 1.38 м³ и массой 3.5 и 3.7 т соответственно) переместились к морю на 2.5 и 6 м, перекативаясь с грани на грань. Эти высокие камни вмораживают в припай только своими вершинами. Весной льдины, отрываясь по приливным трещинам, тянут за собой вмороженные верхушки глыб, поворачивая их. При этом камни недостаточно прочно вморажены в лед, и их не вынесло за пределы литорали.

Вблизи перегибов в рельефе верхней части литорали небольшие валуны (от 30 до 300 кг) нередко группируются в полосы, повторяющие очертания рельефа и положение приливных трещин. Такие камни смещаются на 0.2—0.5 м в разные стороны, что, скорее всего, связано с колебательными движениями края льдин, опускающихся во время отлива на поверхность осушки.

Таким образом, характер перемещения валунов зависит от рельефа берега, который опре-

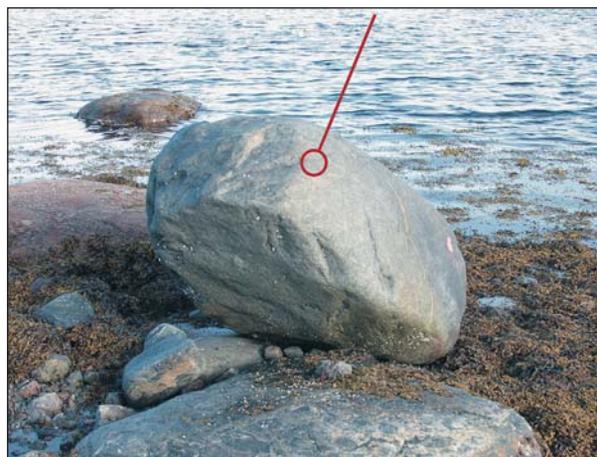
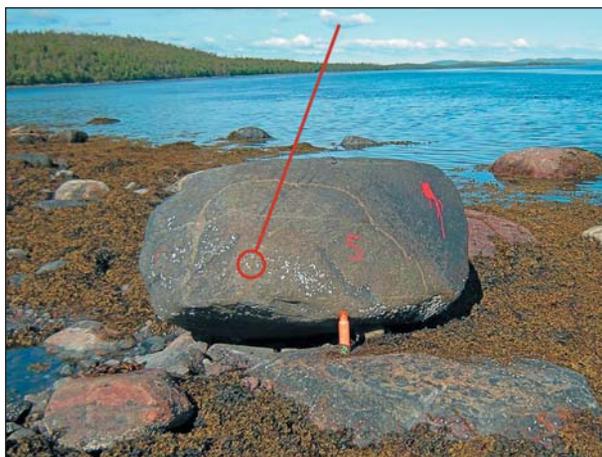


Площадка у мыса Крестовый. Вверху — обновление разметки. Июнь 2011 г. Внизу — след от вынесенного валуна (показан стрелкой), оставшийся на литорали. Июнь 2012 г.

Здесь и далее фото Н.В.Шевченко



Полоса валунов на площадке вблизи урочища Черные Щели. На дальнем плане — глыба весом 3.7 т (показана стрелкой), перекатившаяся на 6 м к морю.



Площадка у мыса Крестовый. Перемещение глыбы массой 3.5 т путем перекаtywания с грани на грань в июне 2009 г. и 2010 г.
Фото Т.Ю. Репкиной и Н.В. Шевченко

деляет также детали строения припайного льда. Обломки на пляже и у подножия скалистых уступов наиболее стабильны. Зимой их полностью облекает лед неподвижного припая, примерзшего к грунту и не испытывающего приливных колебаний [2]. Такой лед, как правило, тает «на месте». Движение льдин происходит, лишь когда разрушение припая сопровождается нагонами или совпадает с высокими (сизигийными) приливами.

Наиболее динамичны валуны на литорали, где зимой формируется подвижный припай. А отливом лед ложится на поверхность осушки, а во время прилива приподнимается водой и находится на плаву [2]. Припай раздроблен на льдины, форма и размеры (и тем самым несущая способность) которых также зависят от особенностей рельефа. Над перегибами рельефа льдины разделяются многочисленными приливными трещинами. Вдоль них группируются обломки. Однако наблюдавшегося Чувардинским выдавливания валунов на лед по трещинам мы здесь не видели. В верхней части литорали льдины, смещаясь во время приливов, волочат замороженные обломки. При разрушении припая валуны вместе с вмещающим их льдом выносятся отливным течением от берега и на востоко-северо-восток.

Наши наблюдения показали, что самые активные валуны — у мыса Крестовый, где скорость отливного течения максимальна. Здесь же отмечалась и наибольшая доля камней, вынесенных за пределы площадки. Около урочища Черные Щели,

в условиях расчлененного рельефа, движение валунов более разнообразно. Активность камней год от года практически не менялась. На мористый край гребня лед ежегодно приносил новые валуны, наращивая тем самым гребень. Вероятно, так формируются и другие поперечные берегу валунные гряды, обычные в западном Беломорье.

В самом урочище Черные Щели зимами 2009/2010 и 2010/2011 гг. камни оставались неподвижными. Однако зимой 2011/2012 гг. под действием штормового нагона с литорали и пляжа было единовременно вынесено 15% от помеченных обломков, в основном глыбы весом 1—2.2 т. Столь яркая реакция берега, возможно, связана с совпадением направлений отливного течения и обратного прибойного потока, отразившегося от практически отвесного скалистого уступа.

В целом на площадках наблюдения суммарная масса принесенных за 2009—2012 гг. валунов составила около 1.5 т, а вынесенных — 15.5 т. При этом около 11 т камней было вынесено зимой 2011/2012 гг., вероятно, во время весеннего нагона. Лед приносит относительно небольшие (от 20 до 500 кг), а выносит более крупные (от 100 кг до 5 т) обломки.

Уникальную активность огромных глыб (объемом более 1 м³), вес которых находится на верхнем пределе несущей способности льдин, мы пока объяснить не можем. Эту загадку, как и многие другие, которые каждый год ставят перед нами берега Беломорья, еще предстоит разгадать. ■

Литература

1. Романенко Ф.А., Репкина Т.Ю., Ефимова Л.Е., Булочникова А.С. Динамика ледового покрова и особенности ледового переноса осадочного материала на приливных осушках Кандалакшского залива Белого моря // Океанология. 2012. Т 52. №5. С.1—12.
2. Чувардинский В.Г. Геолого-геоморфологическая деятельность припайных льдов (по исследованиям в Белом море) // Геоморфология. 1985. №3. С.70—77.
3. Бек Т.А. Литораль. Литораль... (<http://wsbs-msu.ru/dict/view.php?ID=171>, 2010).