

УДК 551.435.36; 551.42

Ю.Р. Беляев¹, Н.Н. Луговой², А.В. Бредихин³**ТИПЫ БЕРЕГОВ ОСТРОВА МАТУА (ЦЕНТРАЛЬНЫЕ КУРИЛЬСКИЕ ОСТРОВА)**

Матуа – типичный небольшой вулканический остров, входящий в состав Центральных Курил. Большую часть его занимает система телескопированных разновозрастных стратовулканов, наиболее молодой из которых – активный позднеголоценовый вулкан Пик Сарычева. Берега острова развиваются в условиях периодического поступления больших объемов вулканитов в береговую зону. Последнее крупное извержение, изменившее береговую линию острова, произошло в 2009 г. Несмотря на это, установлено, что первично-вулканические берега на острове практически не сохранились. В пределах контура стратовулканов преобладают абразионные и абразионно-денудационные берега. В пределах равнинной юго-восточной части острова преобладают аккумулятивные берега, периодически испытывающие абразионное воздействие цунами. Большая часть берегов острова характеризуется высокой стабильностью. Скорости абразии незначительны, за исключением участков берега, выработанных в молодой пирокластике, где они достигают 30–60 м/год. Отмечены однозначные свидетельства наличия вдольберегового потока наносов юго-восточного направления вдоль как северного, так и южного берегов острова.

Ключевые слова: вулканические острова, вулканические побережья, береговые процессы, абразия, эволюция берегов, типизация берегов

Введение. Вопросы геоморфологического строения и динамики морских берегов привлекают большое внимание исследователей на протяжении последних десятилетий. Помимо решения фундаментальных задач такие исследования имеют практическое значение, так как позволяют более обосновано осуществлять планирование природопользования в береговой зоне и проектирование берегозащитных сооружений.

Особый интерес представляет изучение берегов островных территорий. Даже небольшие по площади и бедные природными ресурсами острова могут иметь большое хозяйственно-экономическое, а иногда и стратегическое значение в силу наличия вокруг них согласно Конвенции ООН по морскому праву от 1982 г. 12-мильной зоны территориальных вод и 200-мильной исключительной экономической зоны. Это обстоятельство служило и служит причиной возникновения территориальных споров и международных конфликтов. Территории островов активно осваиваются. На них размещаются объекты хозяйственной инфраструктуры, населенные пункты, объекты оборонного значения. Для России одной из таких важнейших территорий являются Курильские острова.

Как и большая часть островов северо-западной периферии Тихого океана, Курилы имеют преимущественно вулканическое происхождение и приурочены к переходной зоне между Тихоокеанской океанической литосферной плитой и ее континентальным обрамлением. В состав архипелага входит 56 островов. Большая часть их имеет характерные

площади менее 100 км². В пределах Большой Курильской гряды различными исследователями выделяется 68 наземных вулканов, в том числе 36 действующих и потенциально активных [Федорченко с соавт., 1989].

Берега Курил развиваются на фоне продолжающейся вулканической активности и направленного тектонического воздымания, скорости которого составляют в голоцене по существующим оценкам около 1 мм/год [Каплин с соавт., 1991]. Общие очертания береговой линии в значительной степени отражают расположение и контуры современных и древних вулканических построек. На этом основании достаточно распространено представление о молодости берегов Курил. Особенно это касается небольших островов, представляющих собой одиночные вулканы или телескопированные разновозрастные вулканические постройки. Так, в обобщающей работе по берегам Тихого океана [Зенкович с соавт., 1967] авторы прямо указывают, что доминирующим типом берегов на Курилах являются вулканические на разных стадиях развития. В отдельных случаях берега небольших вулканических островов полностью относят к морфогенетическому типу первичных вулканических берегов, практически не измененных волновыми процессами (в классификации А.С. Ионина с соавт. [1961]), или же они вообще выпадают из рассмотрения в обобщающих работах [Каплин с соавт., 1991]. Типично также и представление о крайне слабой степени волновой обработки берегов в пределах контуров активных вулканических построек.

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра геоморфологии и палеогеографии, доцент, канд. геогр. н.; e-mail: yrbel@mail.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра геоморфологии и палеогеографии, науч. с.; e-mail: lugovoyn@yandex.ru

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра геоморфологии и палеогеографии, зав. кафедрой, профессор, докт. геогр. н.; e-mail: avbredikhin@yandex.ru

Берега вулканических островов, с характерными размерами в первые десятки-сотни квадратных километров и менее, развиваются в иных условиях по сравнению с материковыми берегами или с берегами крупных островов. Речь идет прежде всего об относительно меньших объемах и иной структуре поступления рыхлого материала с суши в береговую зону в результате деятельности экзогенных рельефообразующих процессов. Малые площади островов препятствуют формированию развитой сети постоянных водотоков и связанных с ними речных долин – главных поставщиков песчаного материала на материковых берегах в условиях гумидного климата. На небольших островах основными поставщиками терригенного материала на берега являются долины малых и/или временных водотоков, либо склоны, опирающиеся на шовную линию береговой зоны. Эти источники преимущественно поставляют небольшие объемы плохо сортированного и крупно-размерного обломочного материала [Игнатов, 2004], что должно предопределять дефицит рыхлого материала в береговой зоне и господство процессов абразии. Однако при проявлениях вулканической активности появляется новый мощный источник материала – в береговую зону могут поступать значительные объемы продуктов извержений, представленных в зависимости от типа извержения лавами или пирокластикой [Ramalho et al., 2013].

Результаты поступления в береговую зону лавового материала хорошо изучены. Образуется упомянутый выше «берег первичного вулканического расчленения, слабо измененный волновым воздействием», при котором наиболее молодым и далеко выдвинутым лавовым потокам соответствуют выступающие в акваторию мысы и полуострова. Берега развиваются в условиях сохраняющегося дефицита пляжеобразующего материала.

При крупных эксплозивных извержениях в береговую зону практически одномоментно могут поступать большие объемы неконсолидированной пирокластики различной размерности, а также лахоровых отложений, а в последующие годы после извержений активизируется поступление пролювия. Это не может не сказаться на характере процессов в береговой зоне, морфологии и динамике берегов. Однако реакция берегов на такие события изучена пока недостаточно. Цель данной работы – уточнение существующих представлений о пространственном распространении и соотношении различных морфогенетических типов берегов небольших вулканических островов, а также их трансформации в условиях активного вулканизма.

Материалы и методы исследований. Остров Матуа располагается в северной части Центральных Курил (рис. 1), имеет овальную в плане форму с размерами 12×6,5 км и площадью 52,3 км² и по своей морфологии и геологическому строению является вполне репрезентативным представителем небольших островов данного архипелага.

Остров представляет собой систему наложенных друг на друга вулканических построек, ослож-

няющих вершину крупного комплексного вулканоида [Новейший ..., 2005] с диаметром основания в первые десятки километров. Анализ геологического строения надводной части острова позволяет уверенно говорить о следах как минимум трех возрастных генераций крупных вулканических аппаратов.

Наиболее древние из них имеют предположительно плиоценовый возраст [Мархинин, 1964; Горшков, 1967], хотя некоторые исследователи на основании единичных датировок относят время формирования этого вулкана к гелазию [Ishidzuka et al., 2011]. Сами вулканические постройки к настоящему времени практически полностью сnivelированы. Соответствующие им вулканиты, представленные андезитобазальтами, дацитами и пирокластикой различного состава, обнажаются в нижней части абразионных уступов морских террас юго-восточной части острова, а также слагают поверхность бенча и осложняющие его кекуры в районе мыса Орлова и мыса Плоского.

Центральную и северо-западную часть острова занимают телескопированные плейстоценовые стратовулканы – плейстоценовый вулкан Матуа, кальдера которого заполнена более молодым стратовулканом – Пик Сарычева. Возраст последнего оценивается как позднеголоценовый [Дегтерев, 2013]. К настоящему моменту достаточно достоверно реконструирована история эруптивной активности данного вулканического центра [Дегтерев, 2013]. Установлено, что преобладающим типом извержений являются эффузивно-эксплозивные, сопровождающиеся формированием пирокластических потоков. В последние столетия относительно крупные извержения вулкана происходят в среднем раз в 20–30 лет. Последнее крупное извержение, в ходе которого пирокластические потоки достигали береговой зоны, произошло летом 2009 г. [Извержение ..., 2010]. До этого в ходе извержения 1976 г. моря достигали лавовые потоки, но выбросы пирокластики были незначительны [Андреев, 1976], а в 1946 г. также, как и в 2009 г., наблюдался сход мощных пирокластических потоков [Горшков, 1967]. В северо-восточной части острова периферия вулкана Матуа осложнена двумя небольшими вулканическими аппаратами, возраст которых оценивается как раннеголоценовый [Дегтерев, 2013] – экструзивным куполом сопки Круглой и лавовым конусом массива Плоский. Восточнее, за акваторией бухты Двойной, располагается еще один лавовый конус – остров Топорковый.

В основу представленного исследования положено детальное полевое обследование территории острова Матуа, проведенное авторами в ходе экспедиций Министерства Обороны РФ и Русского географического общества в мае–июне 2016 и 2017 гг. Полевые наблюдения дополнялись анализом разновременных космоснимков высокого разрешения. Это позволило уточнить особенности динамики берегов в период с 1984 г. по 2017 г.

В ходе полевого обследования выполнена сплошная маршрутная съемка состояния берегов

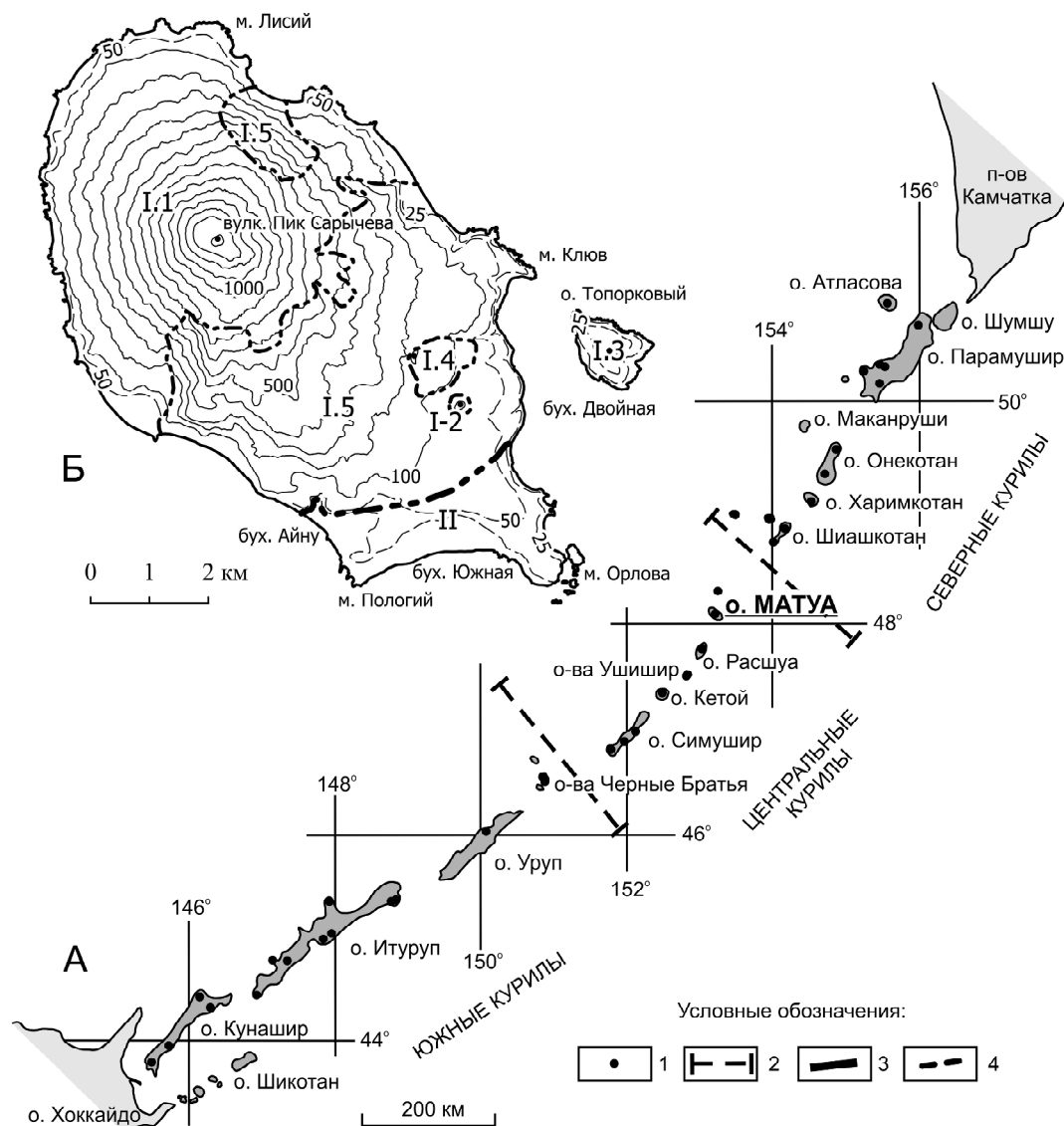


Рис. 1. Расположение ключевого объекта исследования (А) и обзорная карта острова Матуа с границами основных морфоструктур (Б). Условные обозначения: 1 – действующие вулканы Курильских островов, 2 – границы Южных, Центральных и Северных Курил; 3 – границы морфоструктур первого порядка; 4 – границы морфоструктур второго порядка. Основные морфоструктуры: I – телескопированные плейстоцен-голоценовые стратовулканы: I.1 – позднеголоценовый стратовулкан Пик Сарычева; I.2 – раннеголоценовый экструзивный купол сопки Круглой; I.3 – раннеголоценовый лавовый купол острова Топорковый; I.4 – раннеголоценовый лавовый купол массива Плоский. I.5 – выпукло-вогнутые и ступенчатые внешние склоны плейстоценового стратовулкана Матуа; II – террасированная равнина, сложенная пролювиально-морскими отложениями, на абрадированном вулканическом цоколе плиоцен-гелазского возраста

Fig. 1. Key site location (A) and the overview map of Matua island with morphostructure boundaries (B). 1 – active volcanoes of Kuril isles; 2 – boundaries of Southern, Central and Northern Kuril isles; 3 – 1st-order morphostructure boundaries; 4 – 2nd-order morphostructure boundaries. Morphostructures: I – telescoped Pleistocene-Holocene stratovolcanoes: I.1 – Late Holocene Sarychev Peak stratovolcano; I.2 – Early Holocene extrusive dome of the Kruglaya hillock; I.3 – Early Holocene lava dome of the Toporkovy island; I.4 – Early Holocene lava dome of the Plosky mass; I.5 – convex-concave and stepped outer slopes of Pleistocene Matua stratovolcano; II – terraced plain covered by proluvial and marine sediments on the abrasion pedestal of Pliocene-Helasian volcanic rocks

острова. Проводилась фиксация положения береговой линии, а также основных элементов береговой зоны портативными GPS приемниками Garmin GPSMAP 62s и Oregon 650. Выполнено более 100 детальных описаний морфологии берега, охватывающих все основные морфогенетические типы и участки берегов острова.

Результаты исследований и их обсуждение. Береговая линия острова Матуа протягивается на

42,2 км. Характер контура берега предопределен особенностями наложения вулканических построек друг на друга – со смещением центра вулканической активности с юго-востока на северо-запад и, предположительно, с продолжительным перерывом в вулканической активности перед формированием вулкана Матуа. Берега относительно неглубоко расчлененные. Наиболее крупные бухты имеют ширину 1–3 км и вдаются в сушу не более чем на 200–

500 м. Они располагаются между разновозрастными вулканическими центрами.

В юго-восточной равнинной части острова выделяется три уровня морских террас на высотах до 10–15, 15–25 и 25–45 м над ур. м. Ширина их достигает нескольких сотен метров. Происхождение их подтверждается в разной степени сохранившимися на их поверхности береговыми валами, палеолагунами, палеокекурами и палеотомболо, а также обнаружением в горных выработках на их поверхностях морских песчано-гравийно-галечных отложений, перекрывающих абрадируемый цоколь из разновозрастных вулканитов. В районе мысов Орлова и Клюв также наблюдаются разновысотные абразионные террасы, на высотах до 10 м над ур. м., выработанные в эффузивных породах. Наличие лестницы морских террас подтверждает представление об общем тектоническом подъеме берегов острова относительно уровня моря. В акватории, окружающей о. Матуа, наблюдаются приливно-отливные колебания уровня моря с амплитудой около 1,5 м, но из-за приглубости берегов, высокой волновой (штурмовой) активности и открытого характера береговой линии эти колебания не играют серьезной рельефоформирующей роли и не образуют характерных типов берегов. Всего в пределах острова установлено наличие берегов четырех морфогенетических типов и семи подтипов. Развернутый перечень их приведен в табл. 1, а пространственное распространение и соответствие основным морфоструктурам – на рис. 2. Распределение берегов по протяженности показано в табл. 2.

Береговая линия острова Топорковый имеет протяженность 5,75 км и полностью абразионный характер. Здесь представлено только 2 морфогенетических типа берега – абразионные с активным клифом, выработанным в эффузивных породах (подтип 2.1.1) и абразионно-денудационные берега с валунной отмосткой (подтип 2.2.1).

Наибольшее распространение в пределах рассматриваемых островов имеют абразионные бере-

га и, в частности, их подтип с активными клифами, выработанными в эффузивных породах и литифицированной пирокластике различного возраста. Они занимают почти половину протяженности береговой линии острова Матуа и около 94% берегов острова Топоркового. Участки данного подтипа имеют в плане вид мысов сложных очертаний. Наблюдается несколько морфологических разновидностей этих берегов: субвертикальные клифы высотой до нескольких десятков метров с подводным или надводным основанием; ступенчатые крутые (от 30° до 80°) склоны с небольшими разноуровневыми абразионными террасами; широкие (до 350 м) выровненные бенчи иногда расчлененные гребнями более прочных пород; переходные и комбинированные варианты. Характерны абразионные останцы – кекуры, наиболее крупные из которых являются отдельными островами. Высота их может превышать 40 м, а площадь – 5 га. Данный тип берега, хоть и относится к абразионным, но является наиболее устойчивым среди берегов о. Матуа. Скорости абразии здесь не превышают нескольких см в год. Мысы, на которых формируются берега этого типа, являются каркасом береговой линии острова и определяют ее общую конфигурацию; между ними располагаются участки с более активной динамикой.

Менее распространены абразионные берега с активными клифами, выработанными в рыхлых отложениях. Берега этого подтипа наблюдаются исключительно в пределах контура наиболее молодой вулканической постройки – Пик Сарычева (рис. 2). Они фиксируют участки крупных аккумулятивных конусов, образовавшихся в результате схода пирокластических потоков и выдающихся в море в виде мысов, либо заполняющих существовавшие ранее бухты.

Берега этого типа в плане имеют вид пологих дуг большого радиуса. Это наиболее выровненные участки береговой линии острова. Морфологически они представляют собой крутые абразионные уступы высотой от 1–2 до 40 м, нацело сложенные рыхлой

Таблица 1

Морфогенетические типы берегов острова Матуа

Группа типов берегов	Тип берега	Подтип берега
1. Первичные, слабо измененные морем	1.1. Вулканические	1.1.1. Практически не обработанные абразией фронтальные уступы позднеголоценовых лавовых потоков
2. Созданные преимущественно в результате действия волноприбойного потока	2.1. Абразионные	2.1.1. С активными абразионными уступами в эффузивах и литифицированной пирокластике
		2.1.2. С активными абразионными уступами в позднеголоценовой рыхлой пирокластике и иных рыхлых отложениях
	2.2. Абразионно-денудационные	2.2.1. С валунной отмосткой и отмирающими абразионно-денудационными уступами в эффузивах и литифицированной пирокластике
		2.2.2. С отмирающими абразионно-денудационными уступами в эффузивах и литифицированной пирокластике, бронированными телами сейсмообвалов
	2.3. Аккумулятивные	2.3.1. С пляжами полного профиля, со следами цунамигенного размыва на прилегающих аккумулятивных террасах
		2.3.2. С пляжами полного профиля, без следов цунамигенного размыва на прилегающих аккумулятивных террасах

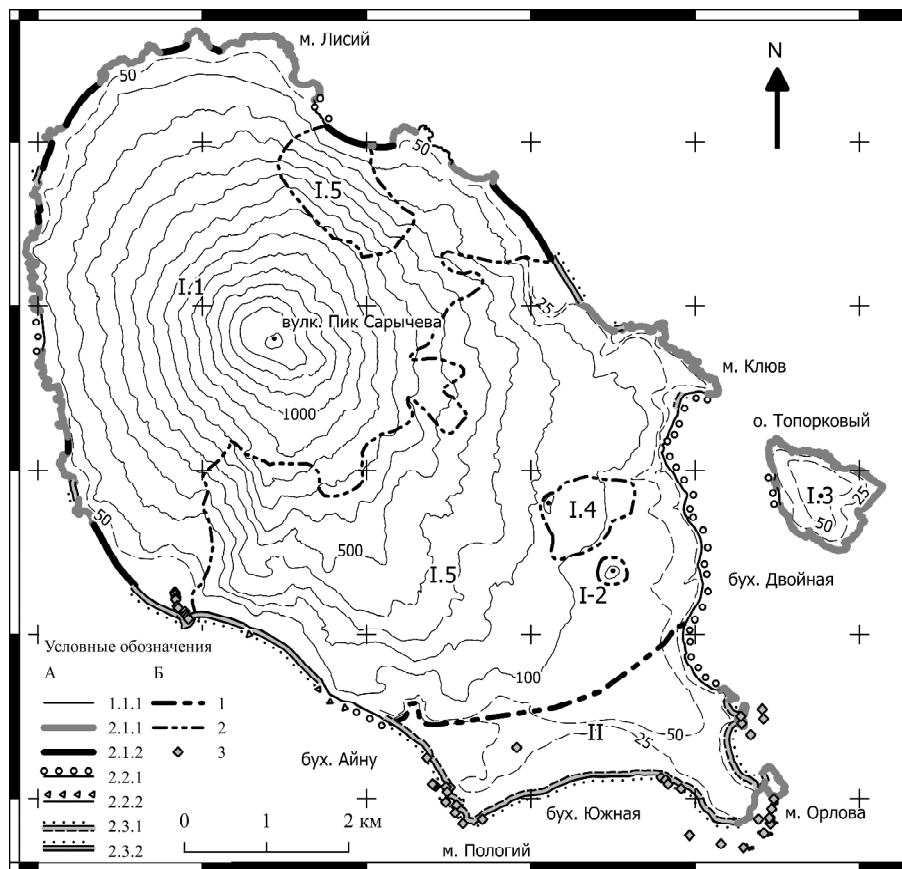


Рис. 2. Морфогенетические типы берегов островов Матуа и Топоркового. Условные обозначения: А – типы берегов. Расшифровка индексов – см. табл. 1. Б – прочие обозначения: 1 – границы морфоструктур первого порядка; 2 – границы морфоструктур второго порядка; 3 – кекуры. Перечень морфоструктур – см. условные обозначения к рис. 1

Fig. 2. Morphogenetic types of Matua and Toporkovy isles coasts. A – types of coast. Indices see Table 1. Б – other symbols: 1 – 1st-order morphostructure boundaries; 2 – 2nd-order morphostructure boundaries; 3 – kekurs. List of morphostructures – see legend to Fig. 1

Таблица 2

Протяженность берегов о. Матуа

Типы и подтипы берегов	L, длина		Количество участков
	м	%	
Первичные вулканические, слабо измененные морем	1 040	2,5	1
Абразионные, в том числе	23 490	55,7	36
Абразионные в эффузивных породах и литифицированной пирокластике	18 860	44,7	25
Абразионные в рыхлых отложениях	4 630	11,0	11
Абразионно-денудационные, в том числе	6 390	15,1	7
Абразионно-денудационные с валунной отмосткой	5 750	13,6	5
Абразионно-денудационные, бронированные телами сейсмообвалов	640	1,5	2
Аккумулятивные, в том числе	11 280	26,7	12
Аккумулятивные со следами цунамигенного размыва	8 020	17,5	6
Аккумулятивные без следов цунамигенного размыва	3 260	7,2	6
Всего:	42 200	100	56

пирокластикой и пролювиально-селевыми отложениями, в основании которых могут наблюдаться волноприбойные ниши. Обвальнo-осыпные процессы на этих уступах идут непрерывно, постоянно наблюдается падение обломков всего спектра размерности, вплоть до глыб в несколько метров в поперечнике.

Вторым элементом профиля этих берегов являются широкие (до 50 м) прислоненные гравийно-галечные пляжи высотой до 3 м. Параметры таких пляжей не защищают клиф от штормового заплеска, и они отступают совместно с клифом с катастрофическими скоростями (до 30–60 м/год). Нередки ситуации, когда пирокластические отложения погребают существовавшие ранее абразионные берега в скальных породах, а в последствии они в ходе размыва берега экспонируются на дневную поверхность и повторно подвергаются абразии. Аналогично из-под пирокластических конусов абразией могут обнажаться не измененные морем фронтальные уступы позднеголоценовых лавовых потоков.

Абразионно-денудационные берега занимают около 15% береговой линии острова Матуа и около 5,5% – острова Топоркового. Большую их часть составляют абразионно-денудационные берега с валунной отмосткой (валунным бенчем). Преимущественно они распространены на берегах бухты Двойной. Генезис данных участков берега абразионный, однако по мере отступления клифа, количество крупных глыб, превосходящих по своим размерам наносы волнового поля, на образованном бенче увеличивается до такой степени, что они начинают выполнять роль естественного берегозащитного сооружения, гася энергию штормового заплеска. Дальнейшее разрушение клифа резко замедляется и происходит, в основном, под воздействием комплекса склоновых процессов, и активизируется только заплесками волн цунами. Помимо клифа, главным элементом берегов этого типа являются валунно-глыбовые отмостки – вытянутые вдоль берега скопления крупных глыб и валунов с отсутствием или с малым количеством мелкоразмерных обломков, практически не подверженные перемещению штормовыми волнами. Плановые очертания этого подтипа берегов – округлые выступы и вогнутости без резких изгибов. Эти берега весьма устойчивы и малодинамичны.

Второй подтип абразионно-денудационных берегов распространен всего на двух небольших участках на юго-западе острова суммарной длиной около 640 м. Морфологически это прислоненные к абразионно-денудационным уступам обвальные (вероятно, сейсмообвальные) шлейфы, высотой в 10–30 метров, сложенные обломками с характерными размерами в первые метры. Эти шлейфы бронируют подножия наиболее высоких и древних абразионно-денудационных уступов южного фаса вулкана Матуа. Этот подтип берега характеризуется относительно высокой степенью устойчивости и малыми скоростями абразии и в этом отношении сходен с предыдущим подтипом.

Аккумулятивные берега – второй по распространенности тип берега. Они занимают более 25%

контура острова Матуа, преимущественно концентрируясь в его юго-восточной части. Для них характерны плановые очертания в форме вогнутых широких дуг большого радиуса, приуроченных к бухтам. Локально встречаются и прямолинейные аккумулятивные участки. Главным элементом берега здесь являются полнопрофильные береговые валы, сложенные пляжевыми наносами, размерностью от галечной до песчаной. Валы формируют серии (до 16 шт. в бухте Южной) от современных, расположенных в волноприбойной зоне, до древних, расположенных на террасовых уровнях с абсолютными высотами до 20 м. Длина валов достигает 2,4 км, ширина – 240 м, высота – 4,5 м.

Динамика рельефа аккумулятивных берегов весьма высока, зависит от гидрометеорологической обстановки и проявляется в короткопериодических трансформациях микрорельефа береговой зоны, связанных с литодинамикой пляжевых наносов. На фоне общего выдвигания береговой линии в сторону моря периодически возникают размывы ранее сформированных валов, в том числе и низких частей аккумулятивных террас. Максимальная ширина зоны аккумуляции отмечена в б. Южной и превышает 500 м. Для участков низких аккумулятивных террас характерны незначительные уклоны поверхности, что способствует проникновению волн цунами в глубь суши (до 400 м в б. Айну). В результате действия волн цунами в 2006–2007 гг. некоторые крупные участки аккумулятивных береговых валов в бухте Айну были в значительной степени размывы [MacInness et al., 2009]. В этой связи целесообразно выделять 2 подтипа аккумулятивных берегов – со следами периодических цунамигенных размывов на прилегающей к полнопрофильному пляжу аккумулятивной террасе или абразионном уступе, и без них.

Первый подтип наиболее широко распространен (табл. 2 и рис. 2). Вероятно, это наиболее характерный вариант аккумулятивных берегов для Курильских островов в целом. Основная тенденция развития таких берегов – редкие эпизоды активного, иногда катастрофического цунамигенного размыва на фоне длительной постепенной аккумуляции пляжевых наносов, сопровождающейся эоловой переработкой песчаных валов.

Второй вариант пользуется ограниченным распространением. Он наблюдается практически только на новообразованных пляжах, парагенетически связанных с зонами размыва молодых пирокластических конусов. Этот подтип берега – эфемерен. После прохождения первой же крупной волны цунами он превращается в аккумулятивный берег первого подтипа. Лишь незначительные по протяженности участки такого берега, защищенные от прямого воздействия цунами плановыми особенностями береговой линии, могут более длительное время сохранять свою морфологию.

Несмотря на общую молодость рельефа острова, первичные вулканические берега, практически не измененные волновыми процессами, распространены в его пределах незначительно. Морфоло-

гически они представляют собой фронтальные уступы наиболее молодых лавовых потоков вулкана Пик Сарычева, и выражены в виде пологих относительно прямых склонов крутизной 20–30°, уходящих под уровень моря иногда без всякого выпуклого перегиба. Поверхность их завалена крупными обломками лав и шлака, осложнена характерным микро-рельефом – напорными грядами, высотой в первые метры, выпуклыми в плане по направлению движения лавового потока и сложенными лавами или туфоловами. Такую морфологию имеет небольшой участок центральной части северного берега острова в 2 км к востоку-юго-востоку от мыса Лисий.

По мере своего развития берега этого типа превращаются в типично абразионные за счет выработки клифа и бенча. Напорные лавовые гряды препаируются абразией и формируют грядовой рельеф бенчей, а иногда – кекуры. Приподнятые грядовые бенчи отмечены на выступах берега западнее мыса Лисий.

Морфологически сходны с вышеописанными берега, образующиеся при обнажении абразией фронтальных уступов голоценовых лавовых потоков из-под толщ более молодой пирокластики. Таковы, в частности, непосредственно спускающиеся к морю фронтальные уступы двух лавовых потоков извержения 1976 г. на западном берегу острова.

С определенными оговорками, можно говорить о морфоструктурной приуроченности основных типов берегов в пределах острова. Абразионные берега наиболее характерны для контура молодой постройки вулкана Пик Сарычева. Абразионно-денудационные берега с валунной отмосткой доминируют на более древних участках берегов – в пределах контура постройки вулкана Матуа. В пределах террасированной аккумулятивно-абразионной равнины доминируют аккумулятивные берега. Абразионные и абразионно-денудационные берега играют здесь меньшую, но тоже значимую роль.

Расположение участков аккумулятивных берегов непосредственно юго-восточнее от участков активного размыва пирокластических конусов, как на северном, так и на южном берегу острова, свидетельствует о существовании вдольбереговых по-

токов наносов юго-восточного направления. В пользу этого предположения говорит также и приуроченность наиболее крупных участков аккумулятивных террас к юго-восточной части острова.

Выводы:

– в результате проведенных исследований установлено, что представления о господстве первичных вулканических берегов на небольших островах Курильской гряды с высокой современной вулканической активностью, примером которых служит остров Матуа, требуют пересмотра. Наибольшим распространением здесь пользуются различные морфологические разновидности абразионных берегов. Роль их максимальна в пределах контуров наиболее молодых вулканических построек (например, вулкан Пик Сарычева). В пределах контуров потухших плейстоценовых вулканов (вулкан Матуа) преобладают абразионно-денудационные склоны с валунной отмосткой при значительной роли абразионных берегов в скальных породах. В пределах равнинной юго-восточной части острова преобладают аккумулятивные берега особого типа, для которых характерны периодические кратковременные катастрофические размывы волнами цунами на фоне длительной аккумуляции. Первичные вулканические берега, слабо измененные морем, практически не наблюдаются;

– большая часть берегов острова характеризуется высокой стабильностью. Скорости абразии незначительны. Наиболее динамически активными и, одновременно, короткоживущими берегами являются абразионные берега, выработанные в рыхлых отложениях – молодой пирокластике. Скорости размыва таких берегов достигают десятков метров в год, а характерное время существования не превышает 20–40 лет. Эти берега неизбежно трансформируются либо в абразионные, выработанные в скальных породах (при обнажении абразией древних абразионных уступов или уступов лавовых потоков), либо в абразионно-денудационные с валунно-глыбовой отмосткой;

– отмечены однозначные свидетельства наличия вдольберегового потока наносов юго-восточного направления на южном и северном берегах острова.

Благодарности. Исследование выполнено по теме государственного задания АААА-А16-11632810089-5.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Андреев В.Н., Шанцер А.Е., Хренов А.П., Округин В.М., Нечаев В.Н. Извержение вулкана Пик Сарычева в 1976 г. // Бюлл. вулканол. станций. 1978. № 55. С. 35–40.
- Горишков Г.С. Вулканизм Курильской островной дуги. М.: Наука, 1967. 287 с.
- Дестерев А.В. История эруптивной деятельности вулкана Пик Сарычева в голоцене (о. Матуа, Центральные Курильские острова). Дис. ... канд. геол.-мин. н. Южно-Сахалинск, 2013. 217 с.
- Зенкович В.П., Каплин П.А., Ионин А.С., Медведев В.С. Берега Тихого океана. М.: Наука, 1967. 373 с.
- Игнатов Е.И. Береговые морфосистемы. Москва-Смоленск: Маджента, 2004. 352 с.
- Извержение вулкана Пик Сарычева в 2009 году / Под ред. Б.В. Левина. М.: ЯнусК, 2010. 48с.
- Ионин А.С., Каплин П.А., Медведев В.С. Классификация типов берегов земного шара (применительно к картам физико-географического атласа мира) // Тр. океанографич. комиссии. 1961. Т. 12. С. 94–108.
- Каплин П.А., Леонтьев О.К., Лукьянова С.А., Никифоров Л.Г. Берега. М.: Мысль, 1991. 480 с.
- Мархинин Е.К. Вулкан Сарычева // Бюлл. вулканол. станций. 1964. № 35. С. 44–58.
- Новейший и современный вулканизм на территории России / Отв. ред. Н.П. Лавров. М.: Наука, 2005. 604 с.

Федорченко В.И., Абдурахманов А.И., Родионова Р.И. Вулканизм Курильской островной дуги. М.: Наука, 1989. 239 с.

Ishizuka Y., Nakagawa M., Baba A. et al. Along-arc variations of K-Ar ages for the submarine volcanic rocks in the Kurile Islands // 7th Biennial Workshop on Japan-Kamchatka-Alaska Subduction Processes (JKASP-2011), August 25–30, 2011. Petropavlovsk-Kamchatskiy, 2011. P. 279–280

MacInnes B., Bourgeois J., Pinegina T.K., Kravchunovskaya E.A. Before and after: geomorphic change from the 15 November 2006 Kuril Island tsunami // *Geology*. 2009. V. 37. № 11. P. 995–998.

Ramalho R.S., Quartau R., Trenhaile A.S., Mitchell N.C., Woodroffe C.D., Avila S.P. Coastal evolution on volcanic oceanic islands: A complex interplay between volcanism, erosion, sedimentation, sea-level change and biogenic production // *Earth Science Reviews*. 2013. V. 127. P. 140–170.

Поступила в редакцию 17.05.2018

После доработки 25.01.2019

Принята к публикации 21.02.2019

Y.R. Belyaev¹, N.N. Lugovoy², A.V. Bredikhin³

TYPES OF COASTS OF THE MATUA ISLAND (CENTRAL KURIL ISLES)

Matua is a typical small volcanic island in the Central Kuril Isles. Most of it is occupied by telescoped stratovolcanoes, the youngest of them is the active Late-Holocene Sarychev Peak. Periodical large-scale input of pyroclastics and lava is a background for the Matua island coast evolution. The latest catastrophic eruption which changed the coastline of the island occurred in 2009, but the original volcanic coasts are almost absent. Different types of abrasion coasts are most common for the stratovolcanoes area. Accumulative coasts, occasionally abraded by tsunami, are more characteristic of the terraced plain within the south-eastern part of the island. Most coasts are very stable. The rate of cliff retreat is minor, except of the coast formed in recent pyroclastics, where it can reach 30–60 m/year. Unambiguous tracks of the south-eastward alongshore sediment flow were detected at northern and southern coasts of island.

Key words: volcanic islands, volcanic coast, coastal processes, abrasion, coastal evolution, coast classification

Acknowledgements. The study was carried out under the state-guaranteed theme AAAA-A16-11632810089-5.

REFERENCES

Andreev V.N., Shantser A.E., Khrenov A.P., Okrugin V.M., Nechaev V.N. Izverzhenie vulkana Pik Sarycheva v 1976 g. [1976 eruption of the Sarychev Peak volcano] // *Bull. vulkanol. stancij*. 1978. № 55. C. 35–40. (In Russian)

Degterev A.V. Istorija eruptivnoj dejatel'nosti vulkana Pik Sarycheva v golocene (o. Matua, Central'nye Kuril'skie ostrova). [Holocene history of the Sarychev Peak volcano eruptions (Matua Island, central Kuril isles)]. Dissertacija na soiskanie uchenoj stepeni kand. geol.-min. nauk. Juzhno-Sahalinsk. 2013. 217 c. (In Russian)

Fedorchenko V.I., Abdurahmanov A.I., Rodionova R.I. Vulkanizm Kuril'skoj ostrovnnoj dugi [Volcanism of the Kuril island arc]. M.: Nauka, 1989. 239 c. (In Russian)

Gorshkov G.S. Vulkanizm Kuril'skoj ostrovnnoj dugi. [Volcanism of the Kuril island arc]. M.: Nauka, 1967. 287 c. (In Russian)

Ignatov E.I. Beregovye morfosistemy. [Coastal morphosystems]. Moskva-Smolensk: Madzhenta, 2004. 352 c. (In Russian)

Ionin A.S., Kaplin P.A., Medvedev V.S. Klassifikacija tipov beregov zemnogo shara (primenitel'no k kartam fiziko-geograficheskogo atlasa mira) [Classification of the world coasts (applied for Physiographical atlas of the world)] // *Tr. okeanografich. komissii*. 1961. T. 12. C. 94–108. (In Russian)

Ishizuka Y., Nakagawa M., Baba A. et al. Along-arc variations of K-Ar ages for the submarine volcanic rocks in the Kurile Islands // 7th Biennial Workshop on Japan-Kamchatka-Alaska Subduction

Processes (JKASP-2011), August 25–30, 2011. Petropavlovsk-Kamchatskiy, 2011. P. 279–280.

Izverzhenie vulkana Pik Sarycheva v 2009 godu [2009 eruption of the Sarychev Peak volcano] / Pod red. B.V. Levina. M.: Janus-K, 2010. 48 c. (In Russian)

Kaplin P.A., Leon'tiev O.K., Luk'ianova S.A., Nikiforov L.G. Berega [Coasts]. M.: Mysl', 1991. 480 c. (In Russian)

MacInnes B., Bourgeois J., Pinegina T.K., Kravchunovskaya E.A. Before and after: geomorphic change from the 15 November 2006 Kuril Island tsunami // *Geology*. 2009. V. 37. № 11. P. 995–998.

Marhinin E.K. Vulkan Sarycheva [The Sarychev Volcano] // *Bull. vulkanol. stancij*. 1964. № 35. C. 44–58. (In Russian)

Novejsij i sovremennij vulkanizm na territorii Rossii [Recent and present-day volcanism within the territory of Russia] / Otv. red. N.P. Laverov. M.: Nauka, 2005. 604 c. (In Russian)

Ramalho R.S., Quartau R., Trenhaile A.S., Mitchell N.C., Woodroffe C.D., Avila S.P. Coastal evolution on volcanic oceanic islands: A complex interplay between volcanism, erosion, sedimentation, sea-level change and biogenic production // *Earth Science Reviews*. 2013. V. 127. P. 140–170.

Zenkovich V.P., Kaplin P.A., Ionin A.S., Medvedev V.S. Berega Tihogo okeana. [Coasts of the Pacific Ocean]. M.: Nauka, 1967. 373 c. (In Russian)

Received 17.05.2018

Revised 25.01.2019

Accepted 21.02.2019

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Geomorphology and Paleogeography, Associate Professor, PhD in Geography; e-mail: yrbel@mail.ru

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Geomorphology and Paleogeography, Research Scientist; e-mail: lugovoy-n@yandex.ru

³ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Head of the Department of Geomorphology and Paleogeography, Professor, D.Sc. in Geography; e-mail: avbredikhin@yandex.ru