

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 551.435.174

С.А. Лукьянова¹, Г.Д. Соловьева²

АБРАЗИЯ МОРСКИХ БЕРЕГОВ РОССИИ

Определяется мера абразионной опасности морских берегов, выделены 5 категорий опасности по скорости переработки берегов. Раскрывается методика составления карты абразионной опасности масштаба 1:2 500 000 и на ее основе дается краткая характеристика распространения и активности проявления абразии на морских берегах России.

Ключевые слова: абразионная опасность, переработка морских берегов России.

Введение. Береговая зона моря является одной из самых динамичных зон Земли, на границе суши и моря происходят постоянные преобразования форм рельефа и слагающих их рыхлых отложений, а береговая линия может достаточно быстро (за несколько лет, а иногда за один сильный шторм) выдвинуться в сторону моря или, напротив, далеко отступить в сторону суши в зависимости от определенных условий. В то же время береговая зона — одна из важнейших в хозяйственном отношении, во многих случаях она несет многоцелевую антропогенную нагрузку, нередко превышающую ее природный потенциал устойчивости. При неблагоприятном сочетании природных и антропогенных факторов могут быть размыты и снесены в море не только многие гектары ценнейших прибрежных земель, но и промышленные и жилые сооружения, дороги, коммуникации и пр. Потери прибрежной территории вследствие размыва волнами влекут за собой как отрицательные экономические, так и многие юридические, социальные, экологические, медицинские и эстетические последствия.

Актуальность проблемы размыва морских берегов требует достоверной информации о современном состоянии береговой зоны, о пространственном распределении процесса абразии, который по наносимому ущербу для народного хозяйства занимает важное место в ряду других опасных природных явлений [5].

Основной мерой опасности переработки берегов является интенсивность процесса абразии, которую достаточно полно можно выразить средне-многолетними значениями линейной, площадной или объемной скорости берегоразрушений за единицу времени (м/год, га/год, м³/м · год) с учетом общей пораженности берега размывом [11]. Наиболее простой и наглядной характеристикой интенсивности переработки берегов служит линейная скорость отступления береговой линии. Если принять за основу метод оценки абразионной опасно-

сти, основанный на этой характеристике и изложенный в [11], можно подойти к районированию морских берегов по степени опасности их разрушения. Исходя из имеющегося фактического материала о морских берегах России средняя скорость их отступления под воздействием волн составляет примерно 1,2 м/год [11]. Принимая эту величину за своеобразный критический порог, можно считать, что превышение такой скорости будет свидетельствовать об опасной ситуации. На этом тезисе основано выделение опасных и критических участков морских берегов России.

По известным средне-многолетним значениям линейной скорости отступления морских берегов можно рассчитать две другие характеристики интенсивности абразионного процесса — площадные и объемные потери прибрежных земель. В первом случае необходимы дополнительные сведения о длине размываемого участка берега, а во втором — еще и о высоте клифа.

Методика составления карты абразионной опасности. На основе изложенных выше положений проведено ранжирование морских берегов России по степени опасности их волновой переработки на картографической основе масштаба 1:2 500 000. При составлении этого картографического документа использовались карты типов берегов России того же и более мелкого (1:5 000 000) масштабов, составленные авторами в лаборатории морской геоморфологии географического факультета МГУ [2]. Эти карты наглядно показывают распространение абразионных берегов разных типов на побережьях всех морей, омывающих российскую территорию. Кроме того, привлекалась мелкомасштабная карта “Опасность переработки берегов морей и водохранилищ” из Атласа природных и техногенных опасностей РФ [12].

Легенда к карте абразионной опасности базируется на пятиградационной шкале опасности процесса размыва морских берегов, которая отражает

¹ Кафедра геоморфологии и палеогеографии, канд. геогр. н., вед. науч. сотр., e-mail: geomorpho2006@yandex.ru

² Кафедра геоморфологии и палеогеографии, канд. геогр. н., ст. науч. сотр., e-mail: geomorpho2006@yandex.ru

постепенное увеличение интенсивности переработки берегов от практически безопасной до опасной и весьма опасной категории. Выделенные градации сопровождаются количественными характеристиками линейной скорости переработки берега. Диапазон количественных оценок в каждом случае выбран на основе фактических данных об интенсивности переработки морских берегов России, а также с учетом известных опубликованных рекомендаций [11]. Кроме количественных определений, в легенде присутствует также краткая качественная характеристика процесса абразии той или иной категории с указанием на возможный экономический ущерб.

Для сравнительной характеристики абразионной опасности введен еще один показатель развития процесса абразии — пораженность берега размывом разной степени интенсивности. Этот показатель рассчитывался для отрезка берега определенной категории абразионной опасности в процентах от общей длины береговой линии соответствующего географического или административного региона. Например, пораженность дагестанского берега Каспийского моря абразией умеренно опасного типа составляет 12% от общей длины береговой линии Дагестана, а в Калининградской области к той же категории относится 29% берегов от их общей протяженности.

Все выделенные категории опасности переработки морских берегов касаются только процесса абразии. Последний, правда, нередко осложняется склоновыми процессами, особенно развитием оползней, которые значительно ослабляют устойчивость берега и повышают риск его разрушения. Поэтому критические категории опасности, как правило, отражают сочетание волновой и оползневой деятельности. При картировании абразионной опасности разной интенсивности к абразионным берегам отнесены также размываемые участки крупных морских аккумулятивных форм.

Начальная категория — практически безопасная — относится только к процессу абразии на низменных отмелях берегах, где волновое воздействие значительно ослаблено. Однако следует иметь в виду, что на таких берегах могут развиваться другие гидрологические процессы (что чаще всего и бывает), значительно влияющие на населенные пункты. Это прежде всего приливы и ветровые нагоны. На побережьях России, омываемых в основном бесприливными морями, главную опасность приобретают ветровые нагоны, с которыми могут быть связаны смещения береговой линии на несколько километров в сторону суши и затопление морскими водами обширных прибрежных пространств (например, на Каспийском и Азовском морях). К этой же категории переработки берегов отнесены отмельные шхерные берега в областях ледниковой обработки, которые, как правило, выработаны в прочных кристаллических породах. На та-

ких берегах морское волнение гасится не только на широких каменистых бенчах, но и среди архипелага мелких островков-шхер.

Вторая категория абразионной опасности — незначительная опасность — объединяет берега, скорость волновой переработки которых составляет менее 1,2 м/год. Обычно это размываемые берега полузамкнутых акваторий, где небольшая местная волна формирует низкие береговые уступы. Другой разновидностью этой категории являются, наоборот, высокие абразионно-денудационные берега, сложенные прочными, устойчивыми к волновому размыву породами: известняками, песчаниками, флишем и различными метаморфическими породами. Скорость размыва и отступления таких берегов очень мала и редко превышает 0,1–0,5 м/год. Однако на таких берегах активно развиваются различные склоновые процессы — выветривание, обвалы, осыпи и оползни, которые на локальных участках могут вызвать быстрое отступление берега.

Третья категория абразионной опасности — умеренно опасная — характеризуется скоростью переработки берегов в пределах 1–5 м/год. Это берега с разными высотой и литологическим составом слагающих их отложений. Во время штормовых сезонов они периодически разрушаются и отступают, что приводит к существенным потерям прибрежной территории и деформации отдельных береговых сооружений. На освоенных человеком участках проводятся соответствующие берегозащитные мероприятия, правильный выбор которых чрезвычайно важен для укрепления берега.

Четвертая категория переработки берегов — опасная — отличается значительной скоростью разрушения берега (5–10 м/год), что нередко усугубляется развитием склоновых процессов и отрицательным антропогенным воздействием. В основном это берега, сложенные рыхлыми и слабосвязными отложениями, — песчано-галечными, супесчано-суглинистыми, тиллами. Такие берега малоустойчивы к волновому воздействию и давлению со стороны хозяйственной деятельности человека. Под влиянием штормовых волн происходит постоянное отступление этих берегов с потерей значительных площадей прибрежной территории и разрушением расположенных здесь объектов экономики. При берегозащитных мероприятиях следует учитывать также возможность развития обвалов и оползней, что потребует дополнительных материальных затрат.

Последняя *пятая* выделенная категория абразионной опасности — весьма опасная — подразумевает катастрофическое волновое разрушение берега со скоростью >10 м/год. Такие значения скорости отступления клифа характерны главным образом для берегов, сложенных рыхлыми песчано-галечными и мягкими супесчано-суглинистыми отложениями, особенно если в них имеются включения грунтового льда. В последнем случае процесс абразии усиливается термическим воздейст-

вием морской воды на отложения клифа. Берега этой категории испытывают постоянные, а во время сильных штормов резко усиливающиеся разрушения, которые сопровождаются угрожающим отступанием клифа и уничтожением расположенных вблизи него объектов экономики, особенно при активизации крупных береговых оползней и мощных обвалов при подмыве берега волнами.

Основные закономерности распространения и активность проявления абразии на морских берегах России (по карте масштаба 1:2 500 000). Окраины России омываются водами 13 морей, общая длина российской береговой линии превышает 60 000 км. На этом огромном протяжении развито большинство известных типов морских берегов, в том числе и разные виды абразионных берегов (простые абразионные, абразионно-денудационные, абразионно-оползневые, термоабразионные). Процессы абразии, с которыми связана опасность разрушения берега, в той или иной степени присущи всем российским морям (таблица).

Прежде всего следует подчеркнуть, что в таблице представлены лишь материковые берега российских морей, с учетом островных берегов соотношения, естественно, будут меняться.

Обращает на себя внимание большой процент материковых берегов, практически не подвергающихся волновому размыву (абразии) в морях Каспийском, Белом, Лаптевых, Восточно-Сибирском,

Чукотском и Балтийском (Ленинградская область). В большинстве случаев это низменные осушенные берега с пологим и отмытым подводным склоном, где полностью гасятся морские волны. На таких берегах опасность следует ожидать не столько от абразии, сколько от приливо-отливных (Белое и Охотское моря) и стонно-нагонных явлений, с которыми связаны смещения береговой линии на несколько десятков километров в ту или другую сторону (моря Лаптевых и Восточно-Сибирское, побережье Калмыкии на Каспийском море). В Каспийском море к этой категории берегов отнесен также огромный по протяженности внешний край дельты Волги, который нарастает даже в условиях современного высокого стояния уровня моря.

Наибольшей пораженностью абразией характеризуются берега Азово-Черноморского бассейна (71—75%), Калининградской области Балтийского моря (примерно 100% в масштабе картирования), всех дальневосточных морей (69—91%) и северных Баренцева и Карского морей (63—64%). При этом заметно преобладают берега, относящиеся к категории с незначительной абразионной опасностью (скорость разрушения менее 1,2 м/год). На арктическом и дальневосточном побережьях это связано с широким развитием высоких абразионно-денудационных берегов, сложенных прочными кристаллическими, метаморфическими и плотными осадочными породами, которые весьма устойчивы к

волновому размыву. Такие берега характерны для Японского моря, где они составляют 85% от общей длины российского побережья этого моря. Большую роль в разрушении берега могут играть процессы физического (морозного) выветривания. Общая скорость переработки берегов обычно едва превышает 0,005 м/год [3].

Аналогичная ситуация характеризует российское побережье Черного моря, где абразионно-денудационные берега (скорость размыва 0,05—0,1 м/год [10]), сложенные флишевыми породами, протягиваются лишь с малыми перерывами от Анапы до Туапсе. Нередко разрушению берега способствует здесь развитие мощных оползней.

На Калининградском побережье Балтийского моря резко преобладают процессы размыва, поэтому в выбранном мелком масштабе картирования выделить отдельные небольшие отрезки стабилизации берега прак-

Пораженность материковых морских берегов России процессом абразии разной интенсивности, %

Море	Категория абразионной опасности, м/год					Всего абразии
	Безопасная, ~0	Незначительная, < 1—1,2	Умеренная, 1—5	Опасная, 5—10	Весьма опасная, > 10	
Каспийское	84	2	8	3	3	16
Азовское	28	36	26	10	—	71
Черное	25	50	19	6	—	75
Балтийское: Калининградская область	—	43	29	~14	~14	~100
Ленинградская область	65	13	22	—	—	35
Белое	53	23	20	4	—	47
Баренцево	37	35	28	—	—	63
Карское	35	39	21	5	—	64
Лаптевых	52	30	11	5	2	48
Восточно-Сибирское	54	25	21	—	—	46
Чукотское	63	22	15	—	—	37
Берингово	31	55	14	—	—	69
Охотское	22	67	8	3	—	78
Японское	9	85	6	—	—	91

тически невозможно. К берегам с незначительной категорией абразионной опасности отнесены здесь некоторые участки с морской стороны песчаных Куршской и Вислинской кос, а также западный берег Самбийского п-ова. В последнем случае активное развитие абразии было прекращено многолетним сбросом сюда пульпы с Янтарного комбината. Всего в береговую зону этого участка поступило не менее 107 млн м³ грунта, из которого на месте сброса сохранилось примерно 70% [1]. Морфологически это выразилось в образовании широкой аккумулятивной террасы, защитившей глинистый берег от размыва волнами на протяжении 28 км. Однако в последние годы по требованию экологов сброс вскрышных пород Янтарного комбината к берегу моря был прекращен, и в настоящее время аккумулятивная терраса размывается волнами.

Второй по распространенности на российских побережьях является умеренная категория абразионной опасности (пораженность берегов разных морей составляет от 6—8 до 28—29%), которая характеризуется скоростью размыва берегов около 1—5 м/год. При всей кажущейся незначительности этих цифр размыв берегов данной категории происходит весьма активно и нередко угрожает целостности прибрежных территорий с находящимися здесь материальными ценностями. Так, на курортном побережье Калининградской области (Балтийское море) темп отступления берега вследствие размыва достигает в среднем 1,5—2 м/год. В результате на многих участках побережья волногасящие пляжи оказались полностью смыты, а береговые обрывы требуют применения инженерных мер защиты.

Сильный размыв берегов отмечается вдоль дагестанского побережья Каспийского моря, в том числе в прибрежной части городов Каспийск, Избербаш, Дербент. В Азовском море к умеренной категории абразионной опасности относится приморская часть г. Таганрога, где в 1967 г. возведена система бетонных бун, а в 1972 г. намыт искусственный пляж длиной 1,5—2 км [7].

В Белом море к этой категории абразионной опасности относятся северо-восточные берега, сложенные в основном палеозойскими песчаниками, алевритами и сланцами, перекрытыми песчано-глинистыми четвертичными отложениями. Особенно широко абразионные берега развиты по бортам Мезенской губы (скорость размыва 1,8—3,7 м/год) и на п-ове Канин.

В Баренцевом море, где распространенность этой категории абразии наибольшая для всех северных морей (28%), абразионные процессы с умеренной интенсивностью приурочены в основном к п-ову Канин и к небольшим участкам побережья, сложенным толщей ледниковых и морских отложений. Например, у пос. Варандей скорость отступления берегового уступа высотой 2—3 м достигает

3—4 м/год [9]. Большую роль на побережье играет термоабразионный процесс, причем даже в полузамкнутых заливах (в губах Чешской, Печорской, Хайпудырской), в которых переработка берегов происходит весьма активно. Так, восточные берега Чешской губы размываются со средней скоростью 1,5—3 м/год.

В дальневосточных морях пораженность берегов абразионным процессом умеренной категории обычно не превышает 15%, а в среднем составляет около 8%. Таким образом, развитие умеренной абразии связано с наличием мягких, легко размываемых пород в береговом уступе, а при хозяйственном освоении побережья требуется применение мер берегозащиты.

Две наиболее угрожающие категории абразионной опасности (опасная и весьма опасная), характеризующиеся скоростью переработки берегов >5 м/год, распространены на побережьях России фрагментарно (пораженность берега от 0 до 14%). Катастрофическому развитию процесса абразии во многих местах способствует и деятельность человека, давление которого на береговую среду может превысить потенциал ее устойчивости. В результате абразионный уступ испытывает активное отступление с быстрым разрушением близлежащих хозяйственных объектов. Так, на Калининградском побережье Балтийского моря ежегодно в полосу активного разрушения попадают здания курортного и хозяйственного назначения. Только за 10 лет (1975—1985) было разрушено 13 зданий стоимостью несколько миллионов рублей (данные ОГУП “Балт-берегозащита”). На береговых обрывах со средней высотой до 20 м активизировались обвалы и оползни, усиливающие переработку берега и скорость его отступления, что иногда приводило к человеческим жертвам. В г. Каспийске (Каспийское море) волнами даже при наличии берегозащитной стенки был снесен внешний порядок домов, чему в незначительной степени способствовал современный 20-летний подъем уровня моря.

В Азовском море сильный размыв угрожает приморским городам Ейск и Приморско-Ахтарск (скорость размыва до 5—8 м/год [13]), в Черном море — г. Сочи южнее портовых молов. Это потребовало возведения защитного бетонного откоса, серии бун и проведения искусственной отсыпки пляжа.

Побережья северных и дальневосточных морей пока имеют гораздо меньшую плотность хозяйственного освоения, поэтому катастрофический размыв отдельных участков берега в настоящее время ощутимых материальных потерь не вызывает. В Белом море интенсивно размывается западный берег п-ова Канин, где скорость отступления высокого (15—20 м) выровненного берега достигает 6—15 м/год [8]. В Карском море большое развитие получают процессы термоабразии, с которой связано, например, активное отступление берегового

уступа высотой 8–12 м у пос. Харасавэй (западный берег п-ова Ямал): скорость разрушения берега достигает здесь 5–6 м/год [4]. В Охотском море от активного размыва страдают некоторые участки западного побережья Камчатки, где размывается мощная песчано-галечная пересыпь с расположенными на ней постройками рыбозаводов.

Заключение. В целом абразионные берега России разных категорий опасности и разного вида имеют протяженность свыше 25 000 км, а пораженность берегов абразионным процессом в среднем достигает 41% [6]. При возможном ускорении подь-

ема уровня моря в XXI столетии следует ожидать активизации абразионных процессов и увеличения протяженности абразионных берегов. При этом соотношение берегов с разной категорией абразионной опасности будет меняться прежде всего за счет интенсификации размыва клифов и перехода берега в более высокую категорию опасности. Кроме того, на низменных берегах повышающийся уровень моря может подойти к более крутым склонам, где возможно воздействие морского волнения, и тогда протяженность берегов первой (безопасной) категории будет сокращаться.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Басс О.В. Воздействие техногенных факторов на морфолитодинамические процессы прибрежной зоны Юго-Восточной Балтики: Автореф. канд. дис. Калининград, 2006.
2. Геоэкологическое состояние арктического побережья России и безопасность природопользования. М.: ГЕОС, 2007.
3. Дальний Восток и берега морей, омывающих территорию СССР. М.: Наука, 1982.
4. Камалов А.М., Огородов С.А., Архипов В.В. Динамика берегов Западного Ямала // Тез. докл. Междунар. конф. "Экстремальные криосферные явления: фундаментальные и прикладные аспекты". Пушино, 2002. С. 54–63.
5. Каплин П.А., Лукьянова С.А. Береговая зона и подъем уровня океана // Эволюция берегов в условиях поднятия уровня океана. М.: Изд-во ИО РАН, 1992. С. 4–21.
6. Лукьянова С.А., Сафьянов Г.А., Соловьева Г.Д. Некоторые оценки размыва морских берегов России // Вод. ресурсы. 2002. Т. 29, № 4. С. 389–394.
7. Мамыкина В.А., Артюхин Ю.В. Природные аспекты охраны и защиты берегов Азовского моря // Литодинамические процессы береговой зоны южных морей и ее антропогенное преобразование. Л.: Гидрометеоздат, 1982. С. 60–72.
8. Невесский Е.Н., Медведев В.С., Калинин В.В. Белое море. Седиментогенез и история развития в голоцене. М.: Наука, 1977.
9. Огородов С.А. Морфолитодинамика береговой зоны Варандейского района Печорского моря в условиях техногенного прессинга // Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геоэкология. 2004. № 3. С. 273–278.
10. Пешков В.М. Береговая зона моря. Краснодар: Лаконт, 2003.
11. Природные опасности России. Т. 3. Экзогенные геологические опасности. М.: КРУК, 2002.
12. Рагозин А.Л., Бузова В.Н., Лукьянова С.А., Соловьева Г.Д. Опасность переработки берегов морей и водохранилищ. Карта, м-б 1:10 000 000 // Атлас природных и техногенных опасностей Российской Федерации. М.: ИПЦ "Дизайн. Информация. Картография", 2005. С. 92–93.
13. Селиванов А.О. "Береговая катастрофа" на Азовском море, миф или реальная угроза? М.: ГЕОС, 2001.

Поступила в редакцию
18.09.2008

S.A. Lukyanova, G.D. Solovieva

ABRASION OF SEA COASTS IN RUSSIA

The risk of sea coast abrasion has been evaluated and five categories of the risk have been identified according to the rate of coast transformation. Technique used for the compilation of the Abrasion Risk map at the scale of 1:2 500 000 is described. Summary of abrasion distribution and intensity for the sea coasts of Russia is presented.

Key words: sea coasts of Russia, risk of abrasion, environment impact assessment.