Дронь О.В.[1], Огородов С.А.[2], Рябчук Д.В.[1], Сергеев А.Ю.[1]
([1]Всероссийский научно-исследовательский геологический институт имени А.П.Карпинского (ВСЕГЕИ), Санкт-Петербург, e-mail: olega.spb@mail.ru;
[2]Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова (МГУ), географический факультет, Москва, e-mail: ogorodov@aha.ru)

Роль ледовых процессов в экзогенной геодинамике береговой зоны восточной части Финского залива

Dron' O.V.[1], Ogorodov S.A.[2], Ryabchuk D.V.[1], Sergeev A.Yu.[1]
([1]A.P. Karpinsky Russian Geological Research Institute (VSEGEI), St. Petersburg; [2] M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow)

Role of sea-ice in exogenous geodynamics of the Eastern Gulf of Finland coastal zone

Ключевые слова: ледовые процессы, абразия, экзарация, восточная часть Финского залива

Неотъемлемым элементом изучения динамики береговой зоны является оценка влияния ледового фактора, который может как косвенно влиять на рельефообразующие процессы, контролируя волновую абразию берегов, так оказывать и прямые механические воздействия на грунтовое основание и инженерные сооружения [1]. Получение достоверной натурной информации о характере ледового воздействия на дно и берега Финского залива приобретает в последние годы особое значение в связи с активным строительством и расширением портовых терминалов в г. Приморске, Усть-Луге, пос. Бронка, а также планируемым в 2016 г. началом реализации программы берегозащиты Курортного района Санкт-Петербурга.

В 1990-х гг. специалистами ГУ «ААНИИ» были выполнены экспериментальные и модельные исследования навалообразования и расчета экзарации (пропахивания) дна торосами. Модель навалообразования была откалибрована по данным зимнего наводнения 1973 г. [2, 3].

Регулярные натурные наблюдения в береговой зоне восточной части Финского залива осуществляются специалистами ФГУП «ВСЕГЕИ» с 2004 г. в рамках мониторинга состояния геологической среды. Ежегодные исследования включают в себя комплексные геолого-геофизические работы в субаквальной части береговой зоны (гидролокационное профилирование бокового обзора, многолучевое эхолотирование, непрерывное сейсмоакустическое профилирование, пробоотбор), а также береговые маршруты с отбором проб осадков пляжей, нивелировками по сети опорных профилей (в том числе, после осенне-зимних штормов) и георадарное профилированием с целью определения мощности осадков пляжей [4, 5]. Одной из важных задач исследований является анализ деформаций рельефа береговой зоны под воздействием экзогенной и техногенной геодинамики. Ключевы-

ми участками мониторинга являются, в частности, важные с рекреационной точки зрения участки северной (Курортный район) и южной (район пос. Лебяжье – Большая Ижора) береговой зоны Финского залива, непосредственно прилегающие с запада к Комплексу защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений.

В субаквальной части береговой зоны исследуемых участков выполнено более 1200 км профилирования ГЛБО и эхолотирования по сети сближенных профилей, перпендикулярных береговой линии (глубины от 2 до 10 м). Анализ полученных данных позволил установить интенсивный размыв края подводной террасы, а также специфические формы рельефа – эрозионные ложбины стока, по которым происходит вынос осадочного материала из береговой зоны. Ложбины прослеживаются у подножья подводных террас на глубинах от 8 до 12 м, направлены под углом около 45^0 к берегу (с СВ на ЮЗ на прибрежных мелководьях северного берега, с ЮВ на СЗ – в субаквальной часть южной береговой зоны), имеют относительную глубину 1–2 м, ширину 10–15 м и длину до 300–400 м. Дно ложбин сложено крупно-грубозернистыми песками с крупными рифелями (расстояние между гребнями 50–70 см, высота валиков 20–25 см). Анализ сонограмм также позволил выявить многочисленные следы ледовой экзарации дна до глубин 2–3 м.

По данным многолетних наблюдений, в северной береговой зоне в настоящее время преобладают абразионные процессы. На значительном протяжении берега Финского залива в пределах Курортного района размываются и отступают. Средняя скорость размыва берегов составляет около 0.5 м/год, и достигает 0.8–1.0 м/год на ряде участков берега в пос. Ушково, Комарово, Репино, на м. Дубовской. Максимальные скорости размыва берега (до 1.2 м/год) установлены в районе г. Зеленогорска. Песчаные пляжи пос. Солнечное – г. Сестрорецка, в основном, стабильны. Особенностью южной береговой зоны в районе пос. Лебяжье – Большая Ижора является чередование участков активного размыва песчаной литориновой террасы и зон развития песчаных кос различной конфигурации и размера.

Наблюдения за интенсивностью размыва берегов показали, что наибольшие скорости абразии, при которых скорость отступания абразионного уступа достигает 5 м за один шторм, происходят при воздействии длительных циклонов западного и юго-западного направлений, приводящих к значительному волнению и нагонам. На южном берегу при таких условиях наблюдается перелив волны через гребень косы (авандюны). Механизм штормовых деформаций профилей песчаного берега рассмотренных участков береговой зоны представлен в работе [6].

Воздействие льда на процессы разрушения берегов может быть двояким. С одной стороны, при определенных гидрометеорологических условиях (значительном повышении уровня воды, сопровождаемого штормовыми ветрами) приподнятый за счет повышения уровня залива припай,

сформированный вблизи берега, может стать причиной образования навалов, приводящих к разрушению авандюн, прибрежной растительности и сооружений, возведенных вблизи береговой линии. В период наблюдений (с 2004 г.) навалы льда, имевшие разрушительные последствия, наблюдались в феврале 2008 г. (рис. 1). По данным Санкт-Петербургского ЦГМСр, зимой 2008 г. на акватории восточной части Финского залива преобладало циклоническое развитие атмосферных процессов. В январе отмечались отдельные усиления ветра южных и юго-западных направлений до 16–18 м/с. Активность циклонов увеличивалась и достигла максимума 2–3 февраля, когда порывы юго-западного и западного ветра достигали 20–24 м/с. В С.-Петербурге было зафиксировано наводнение. Зима 2008 г. была теплой за всю историю наблюдений за погодой в Петербурге (с 1881 г.). Припай на этот момент еще не образовался, навалы сформировались в результате воздействия подъема уровня воды на сплоченный плавучий лед.

Рисунок 1. Результат воздействия льда на здание ресторана (пос. Комарово). 12 февраля 2008 г.

С другой стороны, наиболее опасными с точки зрения нарушения баланса наносов в береговой зоне являются зимние штормы, в ходе которых значительная часть пляжевого материала перемещается как на подводный береговой склон, так и за пределы береговой зоны. С этой точки зрения, устойчивый лед в береговой зоне является естественной защитой песчаных пляжей от зимних штормов. Защитная роль льда проявляется при длительном воздействии на береговую зону и акваторию низких температур, способствующих формированию в ноябре – начале декабря припая и промерзанию осадков пляжа. Кроме того, по данным наблюдений зимы 2014–2015 гг. при определенных условиях навалы льда в береговой зоне начинают формироваться на вершинах вдольбереговых подводных песчаных валов

(на расстоянии 40–70 м от береговой линии). В дальнейшем при декабрьских штормах (3–4 декабря повсеместно наблюдалось усиление ветра в порывах до 12–19 м/с; 13 декабря – до 13–20 м/с; 14 декабря – до 12–18 м/с) происходило увеличение высоты навала, достигшего высоты более 3 м, в то время как берег не подвергался волновому воздействию (рис. 2).

Рисунок 2. Навал льда в береговой зоне в районе пос. Комарово (январь 2015 г.)

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 14-05-00408а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Огородов С.А. Роль морских льдов в динамике рельефа береговой зоны. М.: Изд. Московского университета, 2011. 173 с.
2. Драбкин В.В. Образование торосов и навалов льда при нагонах (на примере Финского залива) // Труды ААНИИ. 1978. Т. 354. С. 89–96.
3. Драбкин В.В. Ледовый режим Финского залива // Проблемы исследования и математического моделирования экосистемы Балтийского моря. Вып. 5. Экосистемные модели. Оценка современного состояния Финского залива / Под ред. И.Н. Давидана и О.П. Савчука. СПб.: Гидрометеоиздат, 1997. С. 193–225.
4. Рябчук Д.В., Колесов А.М., Сергеев А.Ю. и др. Абразионные процессы в береговой зоне восточной части Финского залива и их связь с многолетними трендами режимообразующих факторов // Геоморфология. 2012. № 4. С. 99–105.
5. Информационный бюллетень о состоянии геологической среды прибрежно-шельфовых зон Баренцева, Белого и Балтийского морей в 2012 г. /

Под ред. О.В. Петрова, А.М. Лыгина. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2013. 112 с.
6. Леонтьев И. О., Рябчук Д. В., Сергеев А. Ю. Моделирование штормовых деформаций песчаного берега (на примере восточной части Финского залива) // Океанология. 2015. Т. 55. № 1. с. 147–158.

In frame of monitoring of geological environment of the Eastern Gulf of Finland and RFBR project 14-05-00408 the assessment of sea-ice impact on the coastal zone was carried out. The traces of ice plough were fixed on the bottom surface up to the water depth 3 m. The effect of ice impact on coastal erosion is two-fold: the ice piling can damage coastal dunes and buildings; on the other hand the formation of solid ice protects the beaches from winter storms and floods.