

Цунами 29 июля 2025 г. на севере о. Парамушир, Курильские острова: изменение уровня моря и геоморфологические последствия

Котенко Т.А., Котенко Л.В.

Tsunami on July 29, 2025 in the north of Paramushir Island, Kuril Islands: sea level change and geomorphological effect

Kotenko T.A., Kotenko L.V.

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский;

e-mail: sinarka2017@mail.ru

Представлены данные об изменении уровня моря в порту Северо-Курильск во время цунами 29 июля 2025 г. и интенсивности эрозии, вызванной цунами, на севере о. Парамушир (Курилы). Наиболее интенсивная эрозия наблюдалась в речных долинах и на территориях, измененных хозяйственной деятельностью.

Введение

29 июля 2025 года в 23:24:50 UTC произошло землетрясение напротив Юго-Восточной Камчатки, координаты эпицентра 52.31° с.ш., 160.73° в.д., магнитуда M_w 8.8; интенсивность сотрясений в г. Северо-Курильск составила 8 баллов (<https://kam.emsd.ru/news/348/>). Землетрясение вызвало цунами по всему Тихому океану, в том числе на побережье Северных Курильских островов: первые данные о затоплении Камчатки и Северных Курил представлены в работе [3]. Инструментальные наблюдения за уровнем моря в данном районе отсутствуют.

Целью настоящего исследования является представление данных об изменении уровня моря во время цунами 29 июля 2025 г. и оценка его геоморфологических последствий.

Методы исследований

Динамика изменения уровня моря восстановлена по видеосъемке с двух камер, которые были установлены на морском буксире, пришвартованном у западного причала порта Северо-Курильск (рис. 1). Высота двух наибольших волн измерена с помощью нивелира и рейки по следам на стенах рыбных цехов. Другие реперные точки колебаний уровня моря в порту определялись по линейным размерам четких ориентиров.

Границы заплеска определялись в пешеходных маршрутах с сохранением GPS треков. Маркерами границы заплеска являлись нарушения растительного покрова, неровные полосы мусора, морской травы, плавника выше зоны воздействия приливов и без учета пластикового одиночного выброса, который мог быть перенесен ветром. Методики определения границ проникновения цунами и определения эрозии побережья применительно к Курильским островам подробно описаны при изучении цунами 2006 и 2007 гг. на островах от Матуа до Симушира [1, 2]. Топографические профили измерялись с помощью нивелира и рейки от уреза воды до границы заплеска. По времени измерения выполнялась корректировка начальной высоты профиля по таблицам приливов (приведение к нулевому уровню и внесение поправки на уровень моря в момент цунами). Во время измерений фиксировались геоморфологические изменения в результате цунами: особенности растительности, направление полегания травостоя, наличие эрозии почвы и т.д. Также использовались фотосъемка до и после цунами, аэросъемка и спутниковые снимки (при наличии). Фотографии выполнены авторами, если не указано иное.

Результаты и их обсуждение

Накат первой волны цунами на берег Северо-Курильского залива (о. Парамушир) начался в 0:21:20 UTC при уровне моря 1.4 м по таблице приливов. Цунами имело характер быстрого подтопления, скорость наката на берег первой волны

составляла ~6.5 м/с (скорость оценивалась по движению крупных предметов на видеосъемке с беспилотного летательного аппарата). Через 8 мин. первая волна достигла максимального уровня, сразу начался отлив.

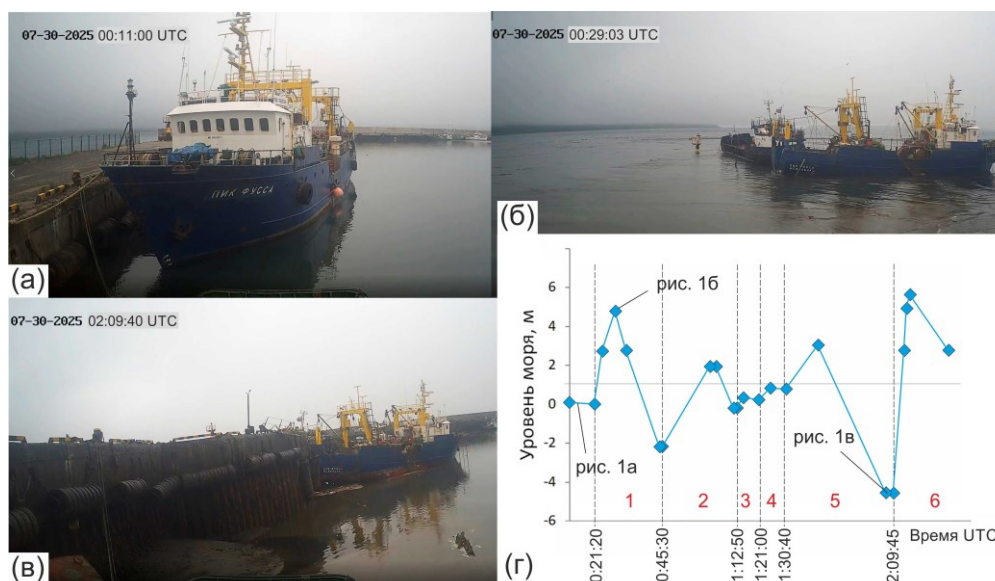


Рис. 1. Цунами в порту Северо-Курильск. Стоп-кадры видеосъемки: перед цунами (а), максимальный уровень первой волны (б), максимальный отлив перед шестой волной (в). Видеосъемка А.В. Флоринского. Изменение уровня моря без учета прилива и время подхода каждой волны (г).

Были зафиксированы 4 крупные волны и две небольшие (рис. 1г). Отход воды наблюдался перед всеми волнами, кроме первой, с максимальной амплитудой перед шестой волной. Высота цунами в порту составляла 4.7, 1.9, 0.3, 0.8, 3 и 5.5 м. Максимальной была амплитуда шестой волны с самым коротким временем наката 5 мин 15 с. Следовательно, наибольшие разрушения берега могли быть связаны с приходом и откатом последней волны.

Наличие и характер эрозии вследствие цунами оценивались во время обследования берега Второго Курильского пролива от м. Савушкина до р. Северянка (рис. 2). Цунами проникло в глубину суши до 620 м в Северо-Курильске и 560 м в долине р. Северянка. Было измерено 17 топографических профилей от уровня моря до границы заплеска. Данные о высоте цунами на участке от м. Артюшина до урочища Утесный опубликованы в [3]: высота составила 5.1-7.3 м (с корректировкой на уровень прилива). Инструментальные измерения не выполнялись южнее долины руч. Утесный.



Рис. 2. Район работ с указанием топографических профилей. Обозначение мощности эрозии: 1 – слабая или отсутствие, 2 – умеренная, 3 – сильная, 4 – очень сильная. ПЗ – номера профилей, представленных на рис. 3.

Эрозия оценивалась по нарушениям растительного покрова [1] и сравнительным данным о предыдущем строении прибрежных участков. По геоморфологическому строению берега отличаются большим разнообразием. На рис. 3 показаны основные типы полученных топографических профилей.

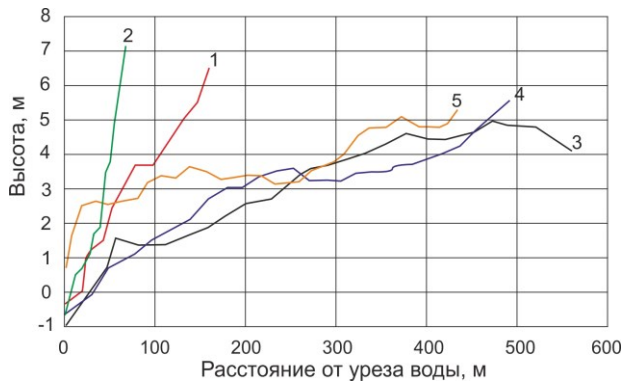


Рис. 3. Типы топографических профилей (высота скорректирована на разницу уровня моря при измерении и в момент цунами). Местоположение профилей см. на рис. 2.

На участках узких пляжей (шириной менее 150 м) с высокими склонами (тип 1-2 на рис. 3) от м. Савушкина до плато Аэродромного эрозия была преимущественно слабой (стебли высокотравья положены в направлении прямого или обратного потока, но не смыты), за исключением устья р. Савушкина. Линия заплеска была отчетливо видна с большого расстояния. Подобная интенсивность наблюдалась и на некоторых участках у г. Маяк и южнее (рис. 4а). Южнее руч. Утесный, на берегах типа 1 и 2, интенсивность эрозии была значительно выше – нижняя часть склонов или оголена, или частично размыва (рис. 5а). В целом в южном сегменте интенсивность эрозии была выше при любом типе берега (рис. 2), но преимущественно умеренная (стебли растений оторваны от корневищ, корневища частично обнажены). Сильная и очень сильная эрозия происходила локально в долинах рек (тип профиля 3-5 на рис. 3) и по руслам ручьев, во фронтальных частях береговых валов или террас. Также интенсивному размыву подверглись антропогенно преобразованные участки: лишенные растительности, мосты через реки (при этом грунтовые дороги практически не пострадали), ямы и западины, овражки. Вдоль Северо-Курильского залива (преимущественно песчаный пляж) наблюдались размывы прибрежных дюн и изменение русла ручьев (рис. 4д); размыв моста через р. Городская (рис. 4б); разрушение берегов р. Городская (рис. 4в); промоины глубиной до 1 м вокруг цехов рыбного предприятия «Алаид» (рис. 4г); размыв отсыпки на участке строительства набережной и вдоль дороги с твердым покрытием в порт.

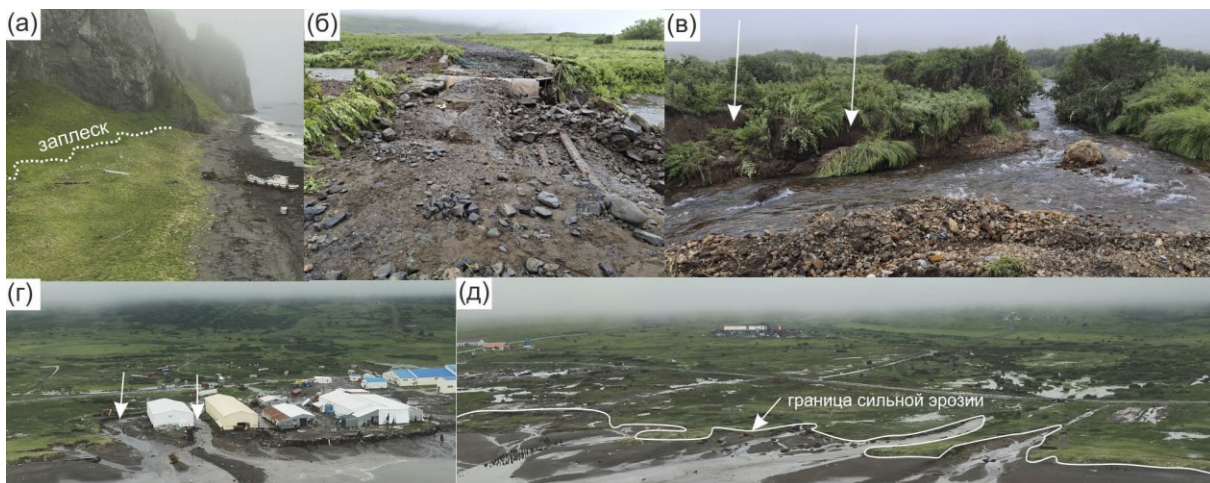


Рис. 4. Слабая эрозия у подножия г. Маяк (а). Размыв моста на р. Городская (б) и правого берега реки (в). Промоины вокруг рыбных цехов (г). Участок берега Северо-Курильского залива с границей сильной эрозии (д).

Очень сильная эрозия наблюдалась в долине р. Северянка: выкорчеванный ольховый кустарник, лежащий кронами к реке (в направлении обратного потока); многочисленные оторванные блоки дерна; полностью удаленный растительный покров вместе с корневой системой; эрозионные ямы, заполненные галькой; промоины в береговом валу (рис. 5). На этом участке не удалось измерить высоту цунами инструментально, интенсивность эрозии близка к интенсивности на юге о. Парамушир в п. Подгорный и долине р. Тухарка, где высота цунами по [3] составляла 11.6-14.6 м.



Рис. 5. Сильная эрозия в долине р. Северянка: размыв подошвы склона (а); промоина в береговом валу (б); глубокие промоины с аккумуляцией в них гальки и вырванный с корнями ольховый стланник (в).

Заключение

Цунами достигло берега Северо-Курильского залива через 56 мин 30 с после землетрясения. В порту высота цунами составляла от 0.3 до 5.5 м, последняя волна имела максимальную высоту. Период колебаний для высоких волн составлял 24-45 мин. На побережье Второго Курильского пролива цунами имело высоту 5-7.3 м и сопровождалось эрозионными процессами интенсивностью от слабой до очень высокой. Наибольшим геоморфологическим изменениям подверглись речные долины и территории с нарушенным почвенным покровом в результате хозяйственной деятельности. Сильная эрозия затронула берег Северо-Курильского залива вглубь преимущественно на 30-150 м, и локально на расстояние 360 м от уреза воды вдоль дороги в порт. Наблюдалось усиление интенсивности эрозии от северной части побережья Второго Курильского пролива к его южной части. Наиболее мощно геоморфологические изменения проявились в долине р. Северянка. Для этого участка необходимо провести инструментальное измерение высоты цунами.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИВиС ДВО РАН, тема № FWME-2024-0010.

Список литературы

1. Кравчуновская Е.А., Пинегина Т.К., Бурджуа Д., Макиннесс Б. Геолого-геоморфологические эффекты цунами 15.11.2006 г. на Центральных Курилах // Труды региональной научно-технической конференции «Геофизический мониторинг и проблемы сейсмической безопасности Дальнего Востока России». Петропавловск-Камчатский: ГС РАН, 2008. С. 180-183.
2. MacInnes B.T., Pinegina T.K., Bourgeois J. et al. Field survey and geological effects of the 15 November 2006 Kuril tsunami in the middle Kuril Islands // Pure and Applied Geophysics. 2009. V. 166. Is. 1-2. P. 9-36. <https://doi.org/10.1007/s00024-008-0428-3>
3. Pinegina T.K., Ozerov A.Yu., Tsvetkov V.A. et al. Tsunami from the Mw 8.8 Kamchatka Earthquake of 29 July 2025 on the East Coast of Kamchatka and the North Kuril Islands // Pure and Applied Geophysics. 2025. <https://doi.org/10.1007/s00024-025-03873-1>