

УДК 551.466.62:551.89 (571.63)

## АНАЛИЗ ДАННЫХ ПО ИСТОРИЧЕСКИМ ЦУНАМИ И ПАЛЕОЦУНАМИ НА ПОБЕРЕЖЬЕ ВОСТОЧНОГО ПРИМОРЬЯ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

**Лебедев И.И.***ФГБУН «Тихоокеанский институт географии» ДВО РАН, Владивосток, e-mail: ilya.lebedev.1994@bk.ru*

Катастрофические процессы в береговой зоне, такие как цунами, являются одним из главных факторов, лимитирующих прибрежно-морское природопользование в восточной части Приморского края. Однако сложно идентифицировать повторяемость таких явлений в пространственном отношении. Данная работа посвящена анализу материалов по историческим и палеоцунами на берегу восточного Приморья с целью ведения рационального природопользования. Выделено несколько типов природопользования в данном регионе: рекреационное, селитебное, коммуникационное, промышленно-производственное. Были определены бухты, в которых береговое природопользование является наиболее развитым. Проанализирована повторяемость и состав материала современных и голоценовых цунами в этих бухтах. Использованы материалы полевого обследования осадков современных и палеоцунами за 2014–2017 гг., данные диатомового и радиоуглеродного анализов. В основу работы положено построение картосхем максимальных заплесков исторических и палеоцунами. Исследование показало, что в некоторых бухтах были выражены лишь современные катастрофические явления. Больше всего разновозрастных отложений цунами и палеоцунами было выявлено в бух. Кит и бух. Лангоу I. Во многих местах, где заплески цунами были наиболее высокими, осадков цунами почти не было обнаружено по причине частого затопления побережья этих бухт во время наводнений. Наибольший ущерб во время последних цунами (1983, 1993 гг.) нанесен хозяйствам марикультуры, портовым сооружениям. Основные базы отдыха в рассматриваемом районе расположены в бух. Триозерье и Окунева, где заплеск цунами был очень значительным. Наиболее уязвимым видом природопользования в данном регионе является рекреационное, в связи с тем, что достаточно сложно контролировать прибывающих «диких туристов».

**Ключевые слова:** исторические цунами, палеоцунами, береговая зона, прибрежно-морское природопользование

## ANALYZING DATA ABOUT HISTORICAL TSUNAMI AND PALEOTSUNAMI IN EASTERN PRIMORYE COAST FOR AIMS OF NATURE MANAGEMENT

**Lebedev I.I.***Pacific Geographical Institute FEB RAS, Vladivostok, e-mail: ilya.lebedev.1994@bk.ru*

Catastrophic processes in coastal zone, such as tsunamis, are appeared as one of the main factors that limit coastal and marine natural resources management in eastern part of Primorsky krai. However, it hardly identify frequency these events in spatial scale. The article is concerned of the analysis data about historical tsunamis and paleotsunami in Eastern Primorye coast with aim of realize of rational use of natural resources. It is educed several types of nature management in that region: recreational, residential, communication, industrial. It is determined the bays, which have the most advanced nature use. It is analyzed frequency and composition of modern and Holocene tsunami material. It is used data of modern and historical deposits received during field observations in 2014-2017, radiocarbon and diatom data. The article is based on contour maps construction of historical tsunami and paleotsunami maximum run up. It is shown that in several bays were express only modern catastrophic events. The most quantity of heterochronus deposits of historical tsunami and paleotsunami were determined in Kit Bay and Langou I Bay. In many places, where tsunami run up were highest, tsunami deposits weren't found, due to the frequent flooding of these bays during floods. The most damage, in time of latest tsunami (1983, 1993), were undamaged to mariculture farms, harbor facilities. The main tourist camps are located in Triozerie Bay and Okunevaya Bay, where tsunami run up was very vast. The most vulnerable type of natural management in that region is recreational, as hardly to control incoming «wildlife» tourists.

**Keywords:** historical tsunami, paleotsunami, coastal zone, coastal and marine nature management

Побережье Приморского края представляет собой арену взаимодействия большого количества экстремальных природных процессов. Одно из наиболее опасных из них – цунами. На побережье Приморского края и, в частности, Восточного Приморья цунами достаточно редкое событие. Было всего несколько проявлений таких процессов в XX в. (1907, 1940, 1964, 1971, 1983, 1993 гг.). Наиболее известными событиями являются последние два случая, после которых были выполнены обследования береговой зоны с описанием проявления цунами,

замерами заплесков и оценкой ущерба [1–4]. Именно эти цунами оставили отложения в разрезах почв и торфяников [5]. Не стоит забывать, что исторические события, как и палеоцунами, оказали сильное влияние на строение прибрежных низменностей Восточного Приморья, что было показано на примере цунами 1983, 1993 гг. [6]. Природопользование восточной части Приморского края является достаточно уязвимым звеном при возможном воздействии катастрофических природных процессов, таких как цунами, по причине того, что большая часть

инфраструктуры располагается именно на побережье. Можно выделить несколько типов прибрежно-морского природопользования в данном районе: рекреационное, селитебное, коммуникационное, промышленно-производственное [7]. Целью статьи является анализ данных по проявлению исторических и палеоцунами как фактора, который следует учитывать при развитии природопользования на побережье Восточного Приморья. В основу работы положено построение картосхем максимальных заплесков исторических и палеоцунами для оценки возможного влияния цунами на природопользование на побережье Восточного Приморья. Схемы составлялись для бухт, в которых есть береговая инфраструктура. Были использованы материалы полевого обследования осадков современных и палеоцунами за 2014–2017 гг., данные диатомового и радиоуглеродного анализов.

#### Результаты исследования и их обсуждение

Ниже рассмотрено возможное влияние цунами на современное природопользование в бухтах восточной части Приморского края, сделанное на основе данных по замерам заплесков волн 1983, 1993 гг. и данным по распределению отложений палеоцунами.

*Бухта Удобная.* Вдаётся в берег между мысом Благодатный и мысом Северный. Берега бухты по бортам абразионные и абразионно-денудационные, в вершине хорошо выражена позднеплейстоценовая морская терраса (высотой до 8–10 м), берег вершины бухты около протоки из оз. Благодати низкий. Современные цунами в бухте имели высоты заплесков до 0,85 м (цунами 1983 г.) [3, 4]. На берегу озера Благодати в 500 м от моря и в 12–38 м от уреза озера найден слой крупно-среднезернистого песка (мощностью до 5 см), вероятно образованный цунами 1983 г. Осадок хорошо выражен в разрезе, имеет покровное залегание. Сортировка материала умеренная, осадок содержит примесь гравия (до 18%) и мелкозернистого песка (до 30%), а также характеризуется бимодальными гранулометрическими кривыми распределения. Волна цунами захватывала осадок со дна озера-лагуны, а грубый материал – с пляжа [5]. Территория имеет большое рекреационное значение, в связи с нахождением вблизи аттрактивного озера Благодати. Бухта входит в Сихотэ-Алинский государственный биосферный заповедник, по террасе и берегу озера проложена экологическая тропа, по-

сещаемая туристами. Разрешен и выход на берег, где отдыхает население пос. Терней. При цунами опасной зоной являются пляж, низкий морской берег и берег озера около протоки (рис. 1, А).

*Бухта Пластун.* Вдаётся в западный берег залива Рында между мысом Якубовского и мысом Асташева. Южный берег бухты по большей части возвышенный, скалистый, местами прорезан долинами временных водотоков. Северный берег бухты возвышенный, причем западная его часть довольно пологая. Здесь располагается пос. Пластун (на высоте от 5 до 100 м). Цунами 1993 г. проявилось в виде быстрых приливов и отливов, колебание уровня было не более 1,3 м [2]. Обследование торфяников проводилось в вершине бухты, где заболочены низкая морская терраса и приустьевая часть руч. Осинового. Мощность торфяников на расстоянии 105–130 м от береговой линии не превышает 1 м. Прослой песка не обнаружены [5]. В бухте функционирует порт, специализирующийся на экспорте леса, нефтебаза ОАО «Тернейлес». Бухта является относительно безопасной при цунами. Исключение составляет узкая полоса берега в вершине бухты. При проявлении более сильных цунами, которых нельзя исключать, хотя следы их в разрезах береговой низменности не выявлены, в цунамиопасную зону может попасть пляж, низкая терраса около приустьевой лагуны в вершине бухты, которая не застроена, и, возможно, часть территории порта (рис. 1, Б).

*Бухта Озера.* Берег южной части бухты, примыкающий к входному мысу, абразионный и окаймлен кекурами. Берег в вершине бухты и северной части бухты низкий и песчаный. Здесь, за песчаными барьерными формами, расположено несколько озер лагунного происхождения. Хорошо выраженные прослой песков (мощностью до 15 см) были обнаружены в торфянике, расположенном между штормовым валом и небольшим безымянным озером на побережье к югу от оз. Мраморное. Всего обнаружено до четырех прослоев песка. Цунамигенное происхождение осадков подтверждают данные диатомового анализа. Осадок цунами представлен крупно- и среднезернистым песком с примесью гравия. Осадки штормового вала включают гравий (до 33%). Цунами захватывало материал с пляжа, штормового вала и верхней части подводного берегового склона. Радиоуглеродное датирование торфа, подстилающего прослой песков ( $580 \pm 80$  л.н.,  $600 \pm 50$  кал. л.н., ЛУ-7104;

150 ± 90 л.н., ≤200 кал.л.н., ЛУ-7101) показало, что здесь фиксируются следы сильных цунами, произошедших до XX в. За озером песков обнаружено не было, что говорит о том, что дальность заплеска не превышала 100 м. Цунамигенные пески были найдены на южном берегу оз. Духовское. На берегу озера пляж узкий, нет штормовых валов. Вероятно, обнаруженные песчаные слои являются следами последних цунами [8]. Самый мощный осадок оставили современные цунами (1983, 1993 гг.) – почти 0,2 м. Бухта имеет довольно сильную рекреационную нагрузку в летний период. Главными объектами посещения являются Духовские озера (оз. Мраморное и оз. Духовское). В летний период отдыхает множество «диких» туристов. Все отдыхающие могут быть подвержены серьезной угрозе. В цунамиопасную зону попадают пляж, низкие барьерные формы, отделяющие озера от моря, низкие

берега озер. Также в опасности находятся некоторые участки автодороги «Рудная Пристань – Терней», проходящие в непосредственной близости от воды (около озера Мраморного) [9] (рис. 1, В). Во время цунами 1993 г. на территории крестьянского хозяйства на западном берегу оз. Духовского были смыты жилой дом, имущество, электростанция и 2,5 га огорода с капустой [2].

*Залив Опричник.* Входные мысы, западный и восточный берега залива Опричник абразионные и абразионно-денудационные, а северный – низкий (высоты до 10 м), с галечно-валунным пляжем. Высота заплеска цунами 1983 г. равнялась 3 м [4]. Осадков цунами в торфянике в устье р. Опричник, находившегося в зоне затопления цунами 1983 и 1993 гг., обнаружено не было, но в разрезе торфяника в 156 м от берега приустьевой лагуны встречены редкие створки морских сублиторальных бентосных диатомей,

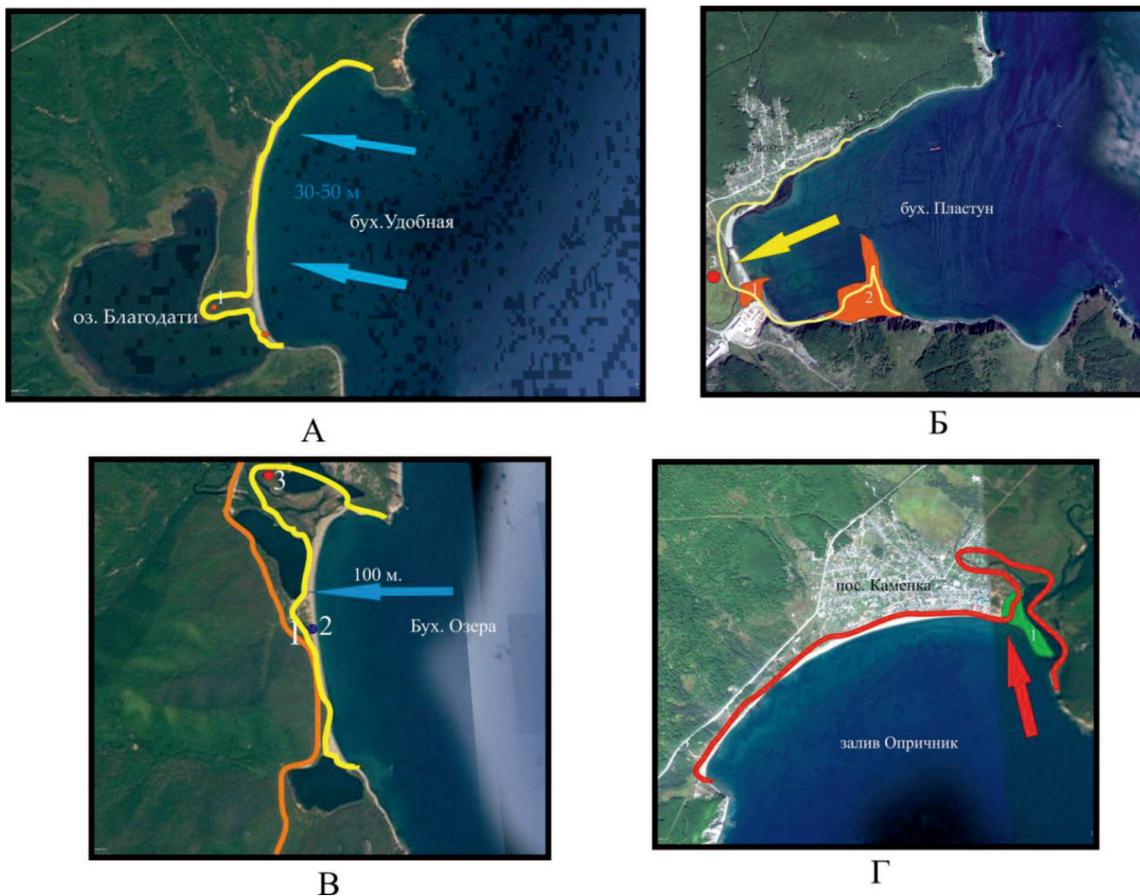


Рис. 1. Граница заплесков цунами в бухтах Удобная, Пластун, Озера и зал. Опричник. А: 1 – местонахождение изученных разрезов; Б: 1 – нефтебаза, 2 – порт, 3 – местоположение изученных разрезов; В: 1 – автодорога Рудная Пристань – Терней, 2 – местоположение точек наблюдений, где зафиксированы следы только палеоцунами, 3 – местоположение точек наблюдений, где зафиксированы следы современных цунами; Г: 1 – местоположение порта и рыбзавода

которые могут свидетельствовать о неоднократном затоплении террасы [8]. На побережье залива располагается поселок Каменка, рыбзавод «Каменский» и порт для малых рыбопромысловых судов. Цунами 1993 г. нанесло большой ущерб пос. Каменка (2 млн руб.) и судам, стоящим в бухте (4 млрд 20 млн руб.) [2]. В цунамиопасную зону попадает низкая приустьевая часть р. Опричнинки, причем затапливаться может протяженная территория вплоть до дороги, пересекающей низкую террасу, и нижняя часть поселка, расположенная на берегу реки. Судя по положению цунамигенных песков в соседней незаселенной бух. Китовое Ребро [8], высота заплеска сильных цунами может превышать 5 м, что намного выше, чем известные цунами конца XX в. (рис. 1, Г).

*Бухта Лангоу 1.* Бухта представляет собой седиментологическую ловушку, сохранившую наиболее подробную геологическую летопись цунамигенных событий. Здесь, в долине низкопорядкового водотока за штормовым валом, сложенным валунно-галечным материалом, расположена приустьевая лагуна. Следы наиболее древнего цунами, которое произошло около  $2100 \pm 60$  л.н.,  $2090 \pm 80$  кал. л.н.,

ЛУ – 6563, зафиксированы только в одном разрезе 2310. Прослой песков из верхних частей разреза имеют исторический возраст. Здесь обнаружено до четырех прослоев песка (мощностью до 12 см) цунамигенного происхождения, два из них протягиваются вглубь суши на расстояние до 395 м. За последние 600 лет произошли 3–4 события, которые оставили осадки. Под нижним прослоем песка из подстилающего торфа получены  $^{14}\text{C}$   $580 \pm 40$  л.н.,  $600 \pm 40$  кал. л.н., ЛУ – 6562, из перекрывающего –  $530 \pm 50$  кал. л.н., ЛУ – 6558. Цунами, которое предположительно произошло в XIX – начале XX века, оставило прослой песка, под которым из торфа получены  $^{14}\text{C}$ -даты  $170 \pm 60$  л.н. ( $\leq 200$  кал. л.н.), ЛУ – 6561;  $120 \pm 60$  л.н. ( $\leq 200$  кал. л.н.), ЛУ – 6887 [8]. Наиболее сильные цунами имеют исторический возраст. Состав материала отличается от песков, встречающихся пятнами на валунно-галечном пляже, и песчаного заполнителя штормового вала. Основная поставка материала шла с подводного берегового склона [5]. Бухта является популярным местом «дикого отдыха». Опасным с точки зрения цунами являются пляж и терраса (рис. 2, А).

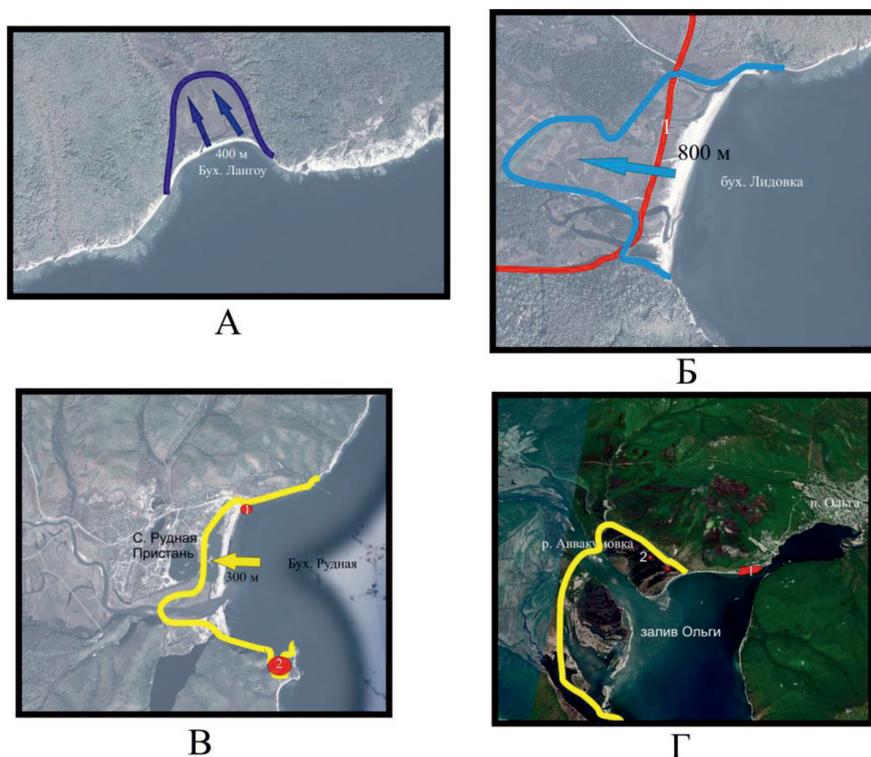


Рис. 2. Граница заплеска цунами в бухтах Лангоу 1, Лидовка, Рудная, зал. Ольга.  
 Б: 1 – автодорога Рудная Пристань – Терней; В: 1 – пирс ОАО «Дальполиметалл»,  
 2 – морской терминал; Г: 1 – морской порт, 2 – местоположение изученных разрезов

*Бухта Лидовка.* Берег вершины бухты низкий и песчаный. Ширина пляжа до 100 м. Береговая низменность часто затопливается во время сильных наводнений и нет подходящих условий для сохранности осадков. Бухта является одной из самых цунамиопасных в Приморском крае. Дальность заплеска 1983 г. равнялась 800 м, высота достигала 7 м [4] (рис. 2, Б). В разрезах береговой низменности среди суглинков встречены тонкие прослои и маломощные линзы песка, которые плохо прослеживаются вглубь суши и имеют аллювиальный генезис [8]. Опасности высоких волн цунами подвергаются близлежащая дорога «Рудная Пристань – Терней» и база отдыха «Лидовка» с общей вместимостью 10 человек. Также цунамиопасными являются пляж, устьевая зона р. Лидовка, морская терраса. Бухта является популярным местом отдыха. Все палаточные городки, которые ставятся на берегу, попадают в цунамиопасную зону.

*Бухта Рудная.* Бухта относится к типу открытых ингрессионных бухт, образовавшихся в результате ингрессии моря в низовья долины реки Рудной. Окаймляющее бухту побережье имеет абразионный характер [10]. Во время цунами 1940 г. высота заплеска составила 5 м. Волны перехлестнули песчаную косу и затопили участок берега шириной 300 м. Кроме того, были разрушены склады и штабеля леса на берегу. Волна зашла по реке Рудной на расстояние 1 км [11]. Предположительно, аномально высокий заплеск был связан с прохождением подводного оползня в бухте, усилившим цунами [10]. При цунами 1983 и 1993 гг. здесь наблюдались высокие заплески (4,5 м и 3,78 м), зона проникновения волн достигала 70 и 140 м соответственно [3]. В зону затопления попадали пляж, приустьевая часть реки и лагуна. В северной части лагуны в кровле колонок под слоем жидкого ила обнаружен прослой мелкозернистого песка (мощностью 2–10 см), который могло оставить одно из сильных цунами исторического возраста [8]. При обследовании района бухты и приустьевой части р. Рудная в 2017 г. не было обнаружено каких-либо осадков цунами и палеоцунами по причине частой затопляемости территории в наводнения. На территории стивидорного цеха во время цунами 1993 г. был разрушен пирс и трубопровод. Общий ущерб составил 910 млн руб [12]. Волнами цунами может затопить пирс «Дальполиметалла», гражданские постройки п. Рудная Пристань вблизи лагуны, порт, п. Смычку (рис. 2, В).

Бухта относится к одной из наиболее цунамиопасных в Приморье.

*Залив Ольга.* Западный берег залива абразионный, местами абразионно-денудационный. Северо-западный берег залива низкий, песчаный. Северный берег залива Ольги окаймлен горами, подходящими к нему почти вплотную. В 1993 г. высота заплеска цунами достигала 1,23 м, дальность – 67 м [3]. Поиск следов цунами проводился на болотах, расположенных у р. Аввакумовка за 1 и 2 штормовыми валами в 125–165 м от береговой линии, и за первым озером в 783 м от уреза, осадки цунами не обнаружены [8]. В пределах населенного пункта находится морской порт. Наибольшей опасности во время цунами подвергается низкий берег вблизи приустьевой зоны р. Аввакумовки (рис. 2, Г).

*Бухта Моряк-Рыболов.* Южный и северный берега бухты абразионные и окаймлены грядой надводных и подводных камней. Берег вершины бухты низкий, песчаный. Цунами 1983 г. было более сильным, чем 1993 г., волны проникли в обширную приустьевую лагуну р. Маргаритовка. Максимальная дальность заплеска в порту составила 20 м [3, 4]. Свидетельства очевидцев говорят о том, что цунами проникло гораздо дальше по пойме р. Маргаритовка на 1,5 км (до старого моста). Осадки цунами (мощность до 4 см) обнаружены под дерном (на глубине 3–5 см) на заболоченном берегу приустьевой лагуны в 1 км от устья. В разрезах встречены два прослоя алевритового ила, подстилающий и перекрывающий слой песка, отвечающие прохождению двух волн. Гранулометрические кривые цунамигенных илов полимодальные. Материал плохо сортирован [5]. На территории поселка Моряк-Рыболов имеется портпункт. Во время цунами 1993 г. был нанесен серьезный ущерб (20,5 млн руб.) судам, разбит причал [2]. В цунамиопасную зону попадает порт, приустьевая зона и берег р. Маргаритовки. Основная часть поселка расположена на высоте более 10 м и относительно безопасна (рис. 3, А).

*Бухта Валентина.* Берега бухты абразионные и абразионно-денудационные. Исключение составляет северо-западный берег, к которому подступает широкая долина реки Валентиновка. Во время цунами 1983 г. (высота – 3 м, дальность заплеска – 70 м), по пойме реки волна прошла до 0,5 км вглубь суши [3]. Цунами 1993 г. было более сильным, высота заплеска – 4 м [2]. В разрезах континентальных отложений встречено до 4 прослоев мелкозернистого песка морского

происхождения. Из перекрывающего торфа над нижним песком получена  $^{14}\text{C}$  дата  $700 \pm 80$  л.н. ( $650 \pm 70$  кал. л.н.), ЛУ-7335 [5, 8]. Наиболее мощный прослой песка (до 11 см) оставило цунами 1993 г., покров простирается до 300 м вглубь суши и четко маркирует зону затопления в пределах низкой болотистой низменности (рис. 3, Б). После цунами и образования песчаного покрова изменилась экологическая ситуация на расположенных здесь сенокосных угодьях – улучшился дренаж и стало заметно суше. Зона затопления цунами 1983 г. была намного меньше (50–70 м) [1]. Осадки в виде тонкого слоя песка (до 1 см) обнаружены только в южной части низменности около приустьевой лагуны. Современные цунами (1993 г.) были мощнее, чем палеоцунами. На берегу бухты располагается несколько баз отдыха общей вместимостью 250 человек. Большая часть отдыхающих проживает в палаточных городках. В настоящее время строятся домики в южной части бухты. Все эти объекты расположены непосредственно в зоне затопления волн цунами, что создает серьезную угрозу для отдыхающих. Крупными первыми волнами цунами 1983 г. размыло пирс, оторвало суда вместе с кнехтами, которые оказались вырванными из земли [3, 4]. Цунами 1993 г. нанесло большой материальный ущерб рыбзаводу (1,5 млрд руб.) [2, 12], который полностью попал в зону затопления. Также были смыты в море 700 т угля [2]. В зону, опасную для цунами, попадает пляж и морская терраса.

*Бухта Кит.* Берега бухты по бортам абразионно-денудационные, в вершине, разделенной небольшим мысом на две части, аккумулятивные. В 1993 г. дальность заплеска цунами достигала 85 м, высота – около 4 м [2, 10]. Осадки современных цунами найдены в южной части бухты. Один из прослоев песка прослеживается на расстоянии 200 м вглубь суши. Также осадки этого цунами были найдены в кровле торфяника болотного массива в южной части бухты, как и в долине низкопорядкового водотока за лагуной (протяженность заплесков соответственно 150 и 200 м). Осадки наиболее древнего цунами обнаружены в разрезах 2,5-м лагунной террасы урочища Лагунное и около пос. Глазковка. Осадки палеоцунами представлены мелкозернистым хорошо и умеренно сортированным песком. Высота цунами была более 4,5 м, дальность заплеска – более 150 м. Из подстилающих органогенных отложений получены  $^{14}\text{C}$ -даты  $2290 \pm 80$  л.н. ( $2300 \pm 120$  кал. л.н.),

ЛУ-7065;  $2540 \pm 80$  л.н. ( $2600 \pm 120$  кал. л.н.), ЛУ-7063, свидетельствующие, что цунами произошло в позднем голоцене. Наибольшую протяженность вглубь суши имеет покров цунамигенного песка, образованного около 1,7 тыс. л.н., найденного в торфянике северной части бухты. Протяженность заплеска этого цунами составила 170 м, высота – более 5 м [8]. Большой ущерб от цунами 1993 г. был нанесен огородам марикультуры. В результате марикультурное предприятие п. Глазковка лишилось урожая на 2 года [2]. После цунами это предприятие так и не восстановилось и в настоящее время закрыто. Летом в бухте Кит располагаются множество отдыхающих с палатками. Зоны пляжа и низкой морской террасы (до 600 м вглубь суши) являются цунамиопасными (рис. 3, В).

*Бухта Соколовская.* Берега бухты на большем протяжении абразионные, абразионно-денудационные и окаймлены узкими песчаными пляжами, которые по направлению к вершине бухты расширяются. Следов цунами в вершине бухты в районе пос. Преображение не найдено, поскольку эта часть бухты закрытая и заплески цунами здесь были не высоки. Высота цунами 1983 г. равнялась 1,5 м [4]. Около р. Соколовка осадков цунами не обнаружено, поскольку они могли быть размыты в наводнения. В поселке Преображение располагается база тралового флота. Последствием цунами 1993 г. был ущерб, нанесенный базе флота в 400 млн руб. [2]. Морские пески в торфянике найдены на берегу небольшой открытой бух. Оленевод (бухта 2-го порядка). Песок желтый, от мелко- до крупнозернистого, хорошо и умеренно сортированный, слоистый – хорошо выражены две серии с градиационной слоистостью, в основании которых залегают более крупный материал, а в кровле – более мелкозернистый. Возможно, фиксирует прохождение двух волн цунами. В бухте Оленевод располагается база отдыха «Оленевод», которая вмещает до 150 человек и находится на низкой морской террасе на расстоянии 10 м от берега. Зона пляжа и терраса являются цунамиопасными (рис. 3, Г).

*Бухты Триозерье и Окуневая.* Побережье бух. Триозерье представлено аккумулятивными образованиями и низкими денудационными поверхностями [13]. Входные мысы абразионные. Заплески цунами 1993 г. достигали 200 м при высоте 1,5 м. Во время цунами 1983 г. вода переклестнула 3–4-метровую террасу, произошел размыв косы, отделяющей протоку из Южного и Среднего озер [6]. На побережье бухты, на расстоянии

250–300 м от берега найдены три прослоя морских песков, оставленных наиболее сильными палеоцунами, произошедшими за последние 3,5 тыс. лет. Под прослоем песка из почвы на расстоянии 250–300 м от берега получена  $^{14}\text{C}$ -дата  $2280 \pm 60$  л.,  $2260 \pm 80$  кал. л., ЛУ-8028. Основная поставка материала во время цунами XI в. шла с пляжа, цунами в интервалах 410–350 или 300–210 гг. до н.э. – с пляжа и подводного берегового склона, цунами 1620–1520 гг. до н.э. – с морской террасы и барьерных форм, окружающих озера, это цунами сопровождалось наибольшей эрозией с образованием мощного покрова песков [14]. Вероятно, в этой бухте осадки палеоцунами были мощнее. Наибольший осадок оставило цунами между  $3300 \pm 70$  кал. л.н. и  $2500 \pm 70$  кал. л.н. На побережье расположено несколько баз отдыха с максимальной вместимостью 1122 человека (рис. 4, А). Большая часть этих баз располагаются на территории, потенциально подверженной волнам цунами, кроме базы,

которая располагается на северном берегу второго озера. Берега бухты Окуневой на большом протяжении абразионно-денудационные, аккумулятивные участки имеют ограниченное распространение, приурочены к устьевым частям водотоков. Вдоль береговой линии тянется узкий песчаный пляж, прерываемый двумя абразионными мысами. Цунами 1993 г. проявилось в береговой зоне высотой заплеска в 1,05 м и дальностью в 200 м [6]. На побережье бухты расположено несколько туристических баз с общей вместимостью 680 человек (рис. 4, Б). Базы расположены на разном удалении от берега. В северной части бухты пляж имеет ширину до 200 м, включает участок террасы, полностью уничтоженной цунами в 1983 г. В летнее время здесь располагаются палаточные городки. Есть домики и на низкой морской террасе. Все они являются подверженными цунами, так как территория расположена близко к береговой линии на низких формах рельефа.

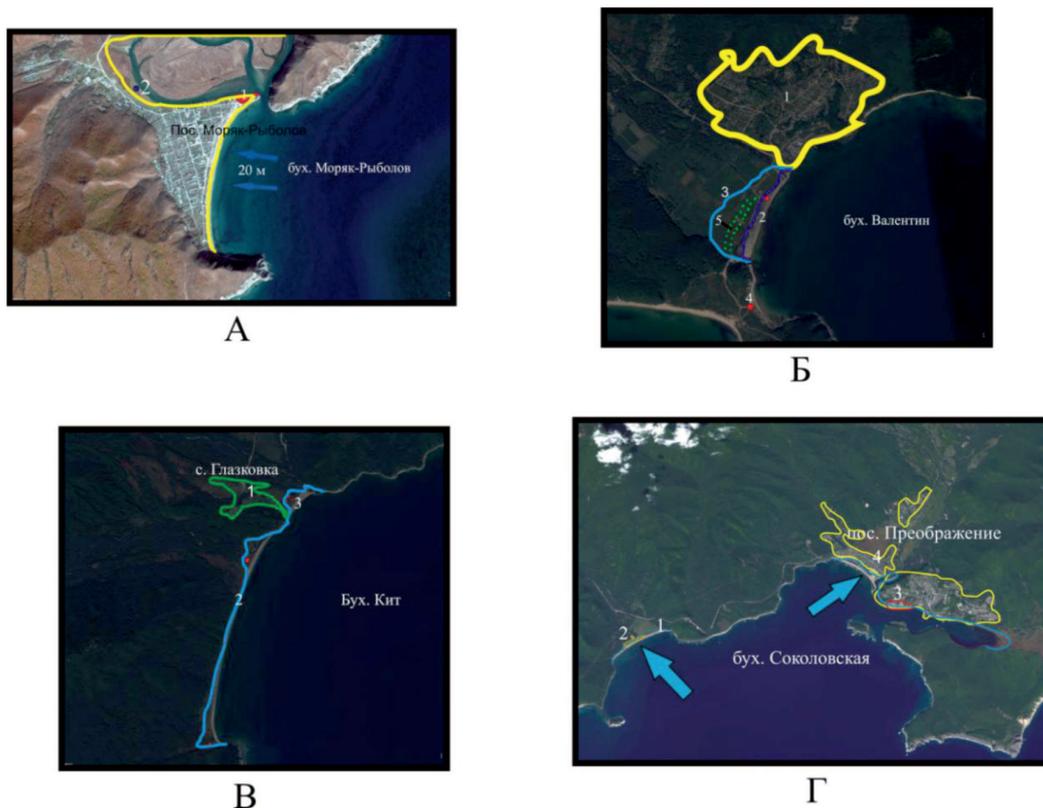


Рис. 3. Границы максимальных заплесков современных и палеоцунами на побережье бухт Морьяк-Рыболов, Валентина, Кит и Соколовской. А: 1 – морской терминал пос. Морьяк-Рыболов, 2 – местоположение точек обследований; Б: 1 – территория пос. Валентин, 2 – заплеск цунами 1983 г. 3 – заплеск цунами 1993 г., 4 – базы отдыха, 5 – локализация изученных разрезов; В: 1 – территория пос. Глазковка, 2 – максимальный заплеск современных и палеоцунами, 3 – локализация точек, где были проведены обследования; Г: 1 – заплеск современных цунами, 2 – территория базы отдыха «Оленевод», 3, 4 – Преображенская база тралового флота и пос. Преображение

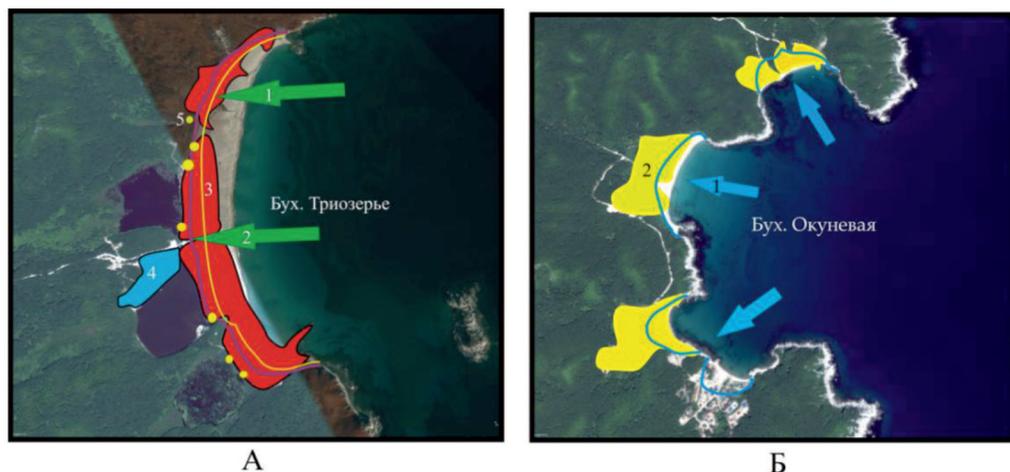


Рис. 4. Зоны заплеска современных цунами и палеоцунами в бухтах Триозерье и Окуневая. А: 1 – заплеск цунами 1983 г., 2 – заплеск палеоцунами, 3 – базы отдыха, расположенные в цунамиопасной зоне, 4 – базы отдыха, не подвергающиеся опасности цунами, 5 – местоположение изученных разрезов; Б: 1 – заплески цунами 1993 г., 2 – территории баз отдыха

### Выводы

Исторические цунами и палеоцунами в восточной части Приморья проявились с разной интенсивностью. Больше всего разновозрастных отложений цунами и палеоцунами было выявлено в бух. Кит и бух. Лангоу 1. Во многих местах, где цунами проявилось наибольшим образом (бух. Лидовка, бух. Рудная), осадков цунами почти не было обнаружено, по причине регулярного затопления этих бухт во время наводнений. В некоторых бухтах были обнаружены только осадки современных цунами (бух. Удобная, бух. Пластун, зал. Опричник, бух. Лидовка, зал. Ольга, бух. Моряк-Рыболов, бух. Соколовская). При развитии природопользования в береговой зоне восточной части Приморского края должно учитываться, что побережье является достаточно уязвимым при воздействии цунами. Наибольший ущерб во время последних цунами (1983, 1993 гг.) был нанесен хозяйствам марикультуры (бух. Кит), портовыми сооружениям (зал. Опричник, бух. Рудная, бух. Валентина, бух. Моряк-Рыболов, бух. Соколовская). Со времен этих событий произошла существенная трансформация природопользования в береговой зоне. Так, закрылся рыбзавод в пос. Валентин, хозяйство марикультуры в пос. Глазковка. В основном сейчас упор сделан на рекреационное природопользование, которое особо активно развивается в последние годы. Оно же является наиболее уязвимым видом природопользования, в связи с тем, что до-

статочно сложно контролировать прибывающих «диких туристов». Основные базы отдыха в рассматриваемом районе расположены в бух. Триозерье и бух. Окуневая, где заплески цунами и палеоцунами были очень значительными. Восточное побережье Приморского края является достаточно опасным при цунами, источники которых находятся в Японском море, вследствие близкого расположения очагов цунамигенных землетрясений и невозможности быстрого оповещения населения из-за слаборасположенности побережья и отсутствия на некоторых участках берега сотовой связи. Необходимо заблаговременно знакомить население о возможных сильных цунами, учитывать дальность заплесков при строительстве дорог, баз отдыха.

*Работа выполнена при финансовой поддержке комплексной программы фундаментальных исследований «Дальний Восток», проект ВАНТ18-010.*

### Список литературы

1. Го Ч.Н. Проявление япономорского цунами 26 мая 1983 года на побережье СССР/ Ч.Н. Го, А.И. Иващенко, К.В. Симонов, С.Л. Соловьев // Накат цунами на берег. – Горький: ИПФ АН СССР, 1985. – С. 171–180.
2. Обследование проявлений цунами 12-13 июля 1993 г. на побережье Приморского края / Г.В. Горбунова, Г.В. Диденко, В.Д. Дьяченко, Т.В. Нагорных [и др.] // Геодинамика тектоносферы зоны сочленения Тихого океана с Евразией. Проявление конкретных цунами. Цунами 1993 и 1994 годов на побережье России. – Южно-Сахалинск, 1997. – С. 7–28.
3. Полякова А.М. Опасные и особо опасные гидрометеорологические явления в северной части Тихого океана и цунами у побережья Приморья. / А.М. Полякова. – Владивосток: Дальнаука, 2012. – 182 с.

4. Полякова А.М. Цунами в Приморье 26 мая 1983 г. и его последствия / А.М. Полякова. – Владивосток, 1988. – 36 с.
5. Осадки цунами 1983 и 1993 гг. на побережье Приморья / Л.А. Ганзей, Н.Г. Разжигаева, Ю. Нишимура, Т.А. Гребенникова [и др.] // *Океанология*. – 2017. – Т. 57, № 4. – С. 628–640. DOI: 10.1134/S0001437017040075.
6. Короткий А.М. Воздействие цунами на прибрежную зону Приморья / А.М. Короткий, В.В. Куликова // *Вестник ДВО РАН*. – 2008. – № 6. – С. 34–47.
7. Прибрежно-морское природопользование: теория, индикаторы, региональные особенности. / С.И. Арзамасцев, П.Я. Бакланов, С.М. Говорущко [и др.]. – Владивосток: Дальнаука, 2010. – 308 с.
8. Осадки исторических и палеоцунами на побережье Восточного Приморья / Л.А. Ганзей [и др.] // *Тихоокеанская геология*. – 2015. – Т. 34, № 1. – С. 79–95.
9. Лебедев И.И. Реконструкция зон затопления цунами для оценки опасности ведения рекреационного природопользования в Приморье / И.И. Лебедев // *Геосистемы в Северо-Восточной Азии (территориальная организация и динамика)*. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Владивосток: ТИГ ДВО РАН, 2017. – С. 533–538.
10. Петренко В.С. Морфология и динамика берегов Приморья / В.С. Петренко // *Записки Общества изучения Амурского края. Третьи Муравьевские чтения*. – Владивосток, 2009. – С. 196–201.
11. Го Ч.Н. Некоторые данные о цунами 1 августа 1940 г. в Японском море / Ч.Н. Го, Н.И. Леонидова, Н.Н. Леонов // *Волны цунами*. – Южно-Сахалинск: СахКНИИ, 1972. – С. 279–283.
12. Кофф Г.Л. Риски цунами на морских побережьях (на примере южной и восточной частей Приморского края и побережья Хабаровского края) / Г.Л. Кофф. – Владивосток: Дальнаука, 2010. – 80 с.
13. Валуй Г.А. Петрология гранитоидов и дифференциация расплавов в малоглубинных условиях. Восточно-Сихотэ-Алинский вулканический пояс. – Владивосток: Дальнаука, 2014. – 245 с.
14. Ганзей Л.А., Разжигаева Н.Г., Нишимура Ю., Арсланов Х.А., Гребенникова Т.А., Лебедев И.И., Максимов Ф.Е., Петров А.Ю., Горбунов А.О., Наумов Ю.А. Проявление палеоцунами в позднем голоцене на побережье бухты Триозерье, Японское море // *Успехи современного естествознания*. – 2016. – № 8. – С. 166–172.
2. Obsledovanie proyavlenij czunami 12–13 iyulya 1993 g. na poberezh'e Primorskogo kraja / G.V. Gorbunova, G.V. Didenko, V.D. D'yachenko, T.V. Nagorny'x [i dr.] // *Geodinamika tektonosfery' zony' sochleneniya Tixogo okeana s Evraziej. Proyavlenie konkretny'x czunami. Czunami 1993 i 1994 godov na poberezh'e Rossii*. – Yuzhno-Saxalinsk, 1997. – P. 7–28.
3. Polyakova A.M. Opasny'e i osobo opasny'e gidrometeorologicheskie yavleniya v severnoj chasti Tixogo okeana i czunami u poberezh'ya Primor'ya / A.M. Polyakova. – Vladivostok: Dal' nauka, 2012. – 182 p.
4. Polyakova A.M. Czunami v Primor'e 26 maya 1983 g. i ego posledstviya / A.M. Polyakova. – Vladivostok, 1988. – 36 p.
5. Osadki czunami 1983 i 1993 gg. na poberezh'e Primor'ya / L.A. Ganzej, N.G. Razzhigaeva, Yu. Nishimura, T.A. Grebennikova [i dr.] // *Okeanologiya*. – 2017. – Т. 57, № 4. – P. 628–640. DOI: 10.1134/S0001437017040075.
6. Korotkij A.M. Vozdejstvie czunami na pribrezhnuyu zonu Primor'ya / A.M. Korotkij, V.V. Kulikova // *Vestnik DVO RAN*. – 2008. – № 6. – P. 34–47.
7. Pribrezhno-morskoe prirodopol'zovanie: teoriya, indikator', regional'ny'e osobennosti. / S.I. Arzamascev, P.Ya. Baklanov, S.M. Govorushko [i dr.]. – Vladivostok: Dal' nauka, 2010. – 308 p.
8. Osadki istoricheskix i paleoczunami na poberezh'e Vostochnogo Primor'ya / L.A. Ganzej [i dr.] // *Tixookeanskaya geologiya*. – 2015. – Т. 34, № 1. – P. 79–95.
9. Lebedev I.I. Rekonstrukciya zon zatopeniya czunami dlya ocenki opasnosti vedeniya rekreacionnogo prirodopol'zovaniya v Primor'e / I.I. Lebedev // *Geosistemy v Severo-Vostochnoj Azii (territorial'naya organizaciya i dinamika)*. Materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – Vladivostok: TIG DVO RAN, 2017. – P. 533–538.
10. Petrenko V.S. Morfologiya i dinamika beregov Primor'ya / V.S. Petrenko // *Zapiski Obshhestva izucheniya Amurskogo kraja. Tret'i Murav'evskie chteniya*. – Vladivostok, 2009. – P. 196–201.
11. Go Ch.N. Nekotory'e danny'e o czunami 1 avgusta 1940 g. v Yaponskom more / Ch.N. Go, N.I. Leonidova, N.N. Leonov // *Volny' czunami*. – Yuzhno-Saxalinsk: SaxKNII, 1972. – P. 279–283.
12. Koff G.L. Riski czunami na morskix poberezh'yaх (na primere yuzhnoj i vostochnoj chastej Primorskogo kraja i poberezh'ya Xabarovskogo kraja) / G.L. Koff. – Vladivostok: Dal' nauka, 2010. – 80 p.
13. Valuj G.A. Petrologiya granitoidov i differenciaciya raspлавov v maloglubinny'x usloviyax. Vostochno-Sixote'-Alinskij vulkanicheskij pojas. – Vladivostok: Dal' nauka, 2014. – 245 p.
14. Ganzej L.A., Razzhigaeva N.G., Nishimura Yu., Arslanov X.A., Grebennikova T.A., Lebedev I.I., Maksimov F.E., Petrov A.Yu., Gorbunov A.O., Naumov Yu.A. Proyavlenie paleoczunami v pozdnem golocene na poberezh'e buхty' Triozer'e, Yaponskoe more // *Uspexi sovremennogo estestvoznaniya*. – 2016. – № 8. – P. 166–172.

### References

1. Go Ch.N. Proyavlenie yaponomorskogo czunami 26 maya 1983 goda na poberezh'e SSSR / Ch.N. Go, A.I. Ivashenko, K.V. Simonov, S.L. Solov'ev // *Nakat czunami na bereg*. – Gor'kij: IPF AN SSSR, 1985. – P. 171–180.