

Вероятная сегментация Камчатской зоны субдукции по палеосейсмологическим данным**Т.К. Пинегина^{1,2}**¹ *Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, 683006; e-mail: pinegtk@yandex.ru*² *Институт физики Земли РАН, Москва*

Впервые получены данные о синхронности голоценовых косейсмических деформаций (вертикальных опусканий) побережий Шипунского полуострова и Кроноцкого залива. Вместе с тем, выявленные деформации по возрасту не совпадают с выявленными ранее косейсмическими опусканиями побережья Авачинского залива. Полученные данные свидетельствуют о пространственном разделении очагов субдукционных землетрясений Камчатки на южный и северный сегменты.

Введение

Данное исследование проведено в рамках многолетних работ по изучению пространственно-временного распределения палеоземлетрясений вдоль Курило-Камчатской зоны субдукции в голоцене. Цель исследования – получить палеосейсмологические данные для ответа на вопрос о том, могут ли мегаземлетрясения в Камчатской зоне субдукции иметь единые очаги, протягивающиеся с юга до ее северного окончания? Либо зона субдукции разделена на сегменты, лимитирующие протяженность и предельные магнитуды землетрясений? Ранее в работах [1, 2], на примере побережья Авачинского залива и Южной Камчатки было показано, что лишь наиболее сильные землетрясения с $M_w \sim 9$, с большими величинами подвижек (slip) и широкими (в плане) очаговыми зонами (до 180-200 км), вызывали значительные опускания (0.5-2 м) на восточных побережьях Камчатки. Повторяемость таких «мегаземлетрясений», по данным за последние ~4000 лет (для берега Авачинского залива), составила от 900 до 1200 лет [2]. В связи с вышесказанным, возникла идея попытаться обнаружить косейсмические опускания на побережьях к северу от Авачинского залива, определить их возраст и сопоставить с событиями в Авачинском заливе. Таким образом, по протяженности побережья, вовлеченного в косейсмическое опускание от отдельной подвижки, можно приблизительно оценить максимальную протяженность очагов для сильнейших землетрясений в Камчатской зоне субдукции.

Методы исследования

В ходе экспедиционных палеосейсмологических работ на аккумулятивных участках восточного побережья Камчатки решались задачи поиска, идентификации и датирования вертикальных косейсмических деформаций, сопряженных с сильнейшими землетрясениями в зоне субдукции, имеющими наиболее широкие очаговые зоны [2]. Косейсмические опускания на аккумулятивных побережьях запечатлены в геологическом строении морских террас в виде погребенных уступов размыва. В ходе полевых исследований проводились геолого-геоморфологические маршруты, шурфовочные работы с описанием разрезов и отбором образцов, измерения топографических и батиметрических профилей, георадарное изучение морских террас на глубину до 8-10 м и аэрофотосъемка с использованием беспилотного летательного аппарата (БПЛА), на основе которой строились высокоточные цифровые модели местности (ЦММ) и ортофотопланы. Районы, где были проведены экспедиционные исследования береговых косейсмических деформаций, показаны на рис. 1.

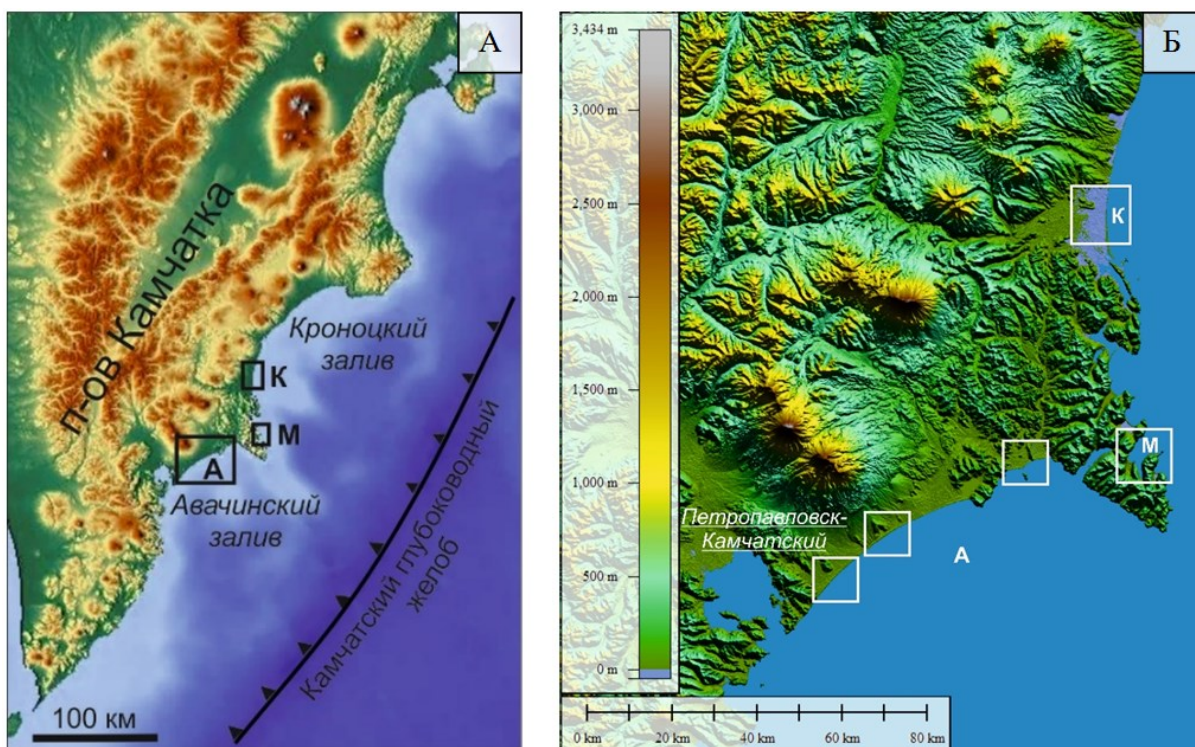


Рис. 1. Общая (А) и детальная (Б) схемы расположения участков работ 2015-2019 гг., основа – SRTM V.3 (<https://srtm.csi.cgiar.org>): А – Авачинский залив; К – р. Кедровая – р. Жупанова; М – бухта Моржовая (Шипунский п-ов).

Полученные результаты и выводы

Впервые на побережье Кроноцкого залива и Шипунского полуострова удалось идентифицировать и датировать следы пяти косейсмических опусканий в результате крупнейших подвижек в Камчатской зоне субдукции, произошедших за последние ~6000 лет. Величина разовых косейсмических опусканий по амплитуде составила 0.5-2 метра.

После получения результатов радиоуглеродного датирования событийных горизонтов и идентификации тефры с помощью электронной микроскопии был сопоставлен возраст косейсмических опусканий в Авачинском заливе, на полуострове Шипунский и в Кроноцком заливе (рис. 2).

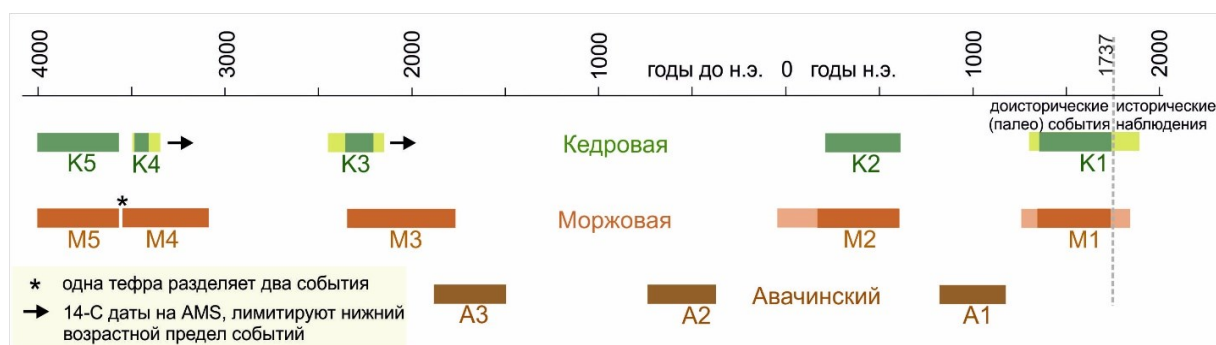


Рис. 2. Сравнение временных интервалов, в пределах которых происходили косейсмические опускания, для побережья южной части Кроноцкого залива (р. Кедровая, бухта Моржовая, см. рис. 1) и для северной части Авачинского залива. Возраст показан с учетом погрешности для вероятности события в 95.4 %. Более интенсивная заливка в прямоугольниках К1, К3, К4, М1 и М2 соответствует наиболее вероятному рассчитанному промежутку времени, когда произошли землетрясения.

Из данных радиоуглеродного датирования и тефрохронологии следует, что сильнейшие землетрясения с широкими очагами, сопровождавшиеся косейсмическими

опусканиями на восточном побережье Камчатки, вероятнее всего, были синхронны для Кроноцкого залива и Шипунского полуострова, т.е. в обоих случаях опускания происходили в результате одних и тех же сейсмических событий. В Авачинском же заливе, судя по полученным ранее данным [1], косейсмические опускания происходили в другие интервалы времени. Из этого следует, что за последние 6000 лет ни одно из так называемых «мегаземлетрясений» не имело единого очага, протянувшегося с южной Камчатки в Кроноцкий залив. Можно предположить, что между Кроноцким и Авачинским заливами располагается структура, препятствующая распространению разрывов в очагах крупнейших землетрясений. Эту структуру естественно связать с вытянутым поперек простирания зоны субдукции Шипунским полуостровом. Судя по триплету сильных исторических цунамигенных землетрясений 1923 г., произошедших 3.02, 24.02 и 14.04 с очагами, заполнившими брешь от юга Кроноцкого до севера Камчатского заливов, можно теоретически предположить, что максимально возможная длина очага северного сегмента может протягиваться от Шипунского полуострова до северного края Тихоокеанской плиты. Положение южной границы южного сегмента в настоящее время не известно. Вероятно, она может находиться к югу от Северных Курильских островов, например, напротив пролива Крузенштерна? По полученным в 2020 г. полевым данным, в южной части Авачинского залива были выявлены геологические следы косейсмического опускания, соответствующего по возрасту событию А1 (~800 года нашей эры) в северной части Авачинского залива (рис. 2). При этом амплитуда опускания для этого события увеличивалась в южном направлении. Скорее всего, очаг землетрясения А1 не ограничивался участком зоны субдукции напротив Авачинского залива, а распространялся вдоль всей Южной Камчатки.

Работа выполнена в рамках темы НИР ИВиС ДВО РАН № 0282-2019-0005 при финансовой поддержке полевых исследований по проектам Министерства образования и науки (№ 14.W03.31.0033, рук. Н.М. Шапиро) и РФФИ (№ 18-05-00407, рук. Т.К. Пинегина).

Список литературы

1. Ландер А.В., Пинегина Т.К. Моделирование очагов сильнейших палеоземлетрясений Южной Камчатки // Проблемы комплексного геофизического мониторинга Дальнего Востока России. Труды Шестой научно-технической конференции. Петропавловск-Камчатский. 1-7 октября 2017 г. / Отв. ред. Д.В. Чебров. Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2017. С. 221-225.
2. Pinegina T.K, Bourgeois J., Bazanova L.I. et al. Coseismic coastal subsidence associated with unusually wide rupture of prehistoric earthquakes on the Kamchatka subduction zone: A record in buried erosional scarps and tsunami deposits // Quaternary Science Reviews. 2020. V. 233. 106171.