



Потенциальные оползни Курильской островной дуги и опасность цунами

Бондаренко В.И.¹, Петухин А.Г.², Рашидов В.А.³

¹ Костромской государственный университет им. Н.А. Некрасова, Кострома, Россия;

² Geo-Research Institute, Осака, Япония

³ Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, Россия





НИС «ВУЛКАНОЛОГ»

1980-90-е годы в 9-ти вулканологических экспедициях на большей части Курильской островной дуги (КОД) и прилегающей части Охотского моря была выполнена геофизическая съемка (эхолотный промер, непрерывное сейсмоакустическое профилирование (НСП), гидромагнитная съемка) по системе пересекающихся галсов со средним межпрофильным расстоянием около 5 км и со сгущением на отдельных участках до 1 км

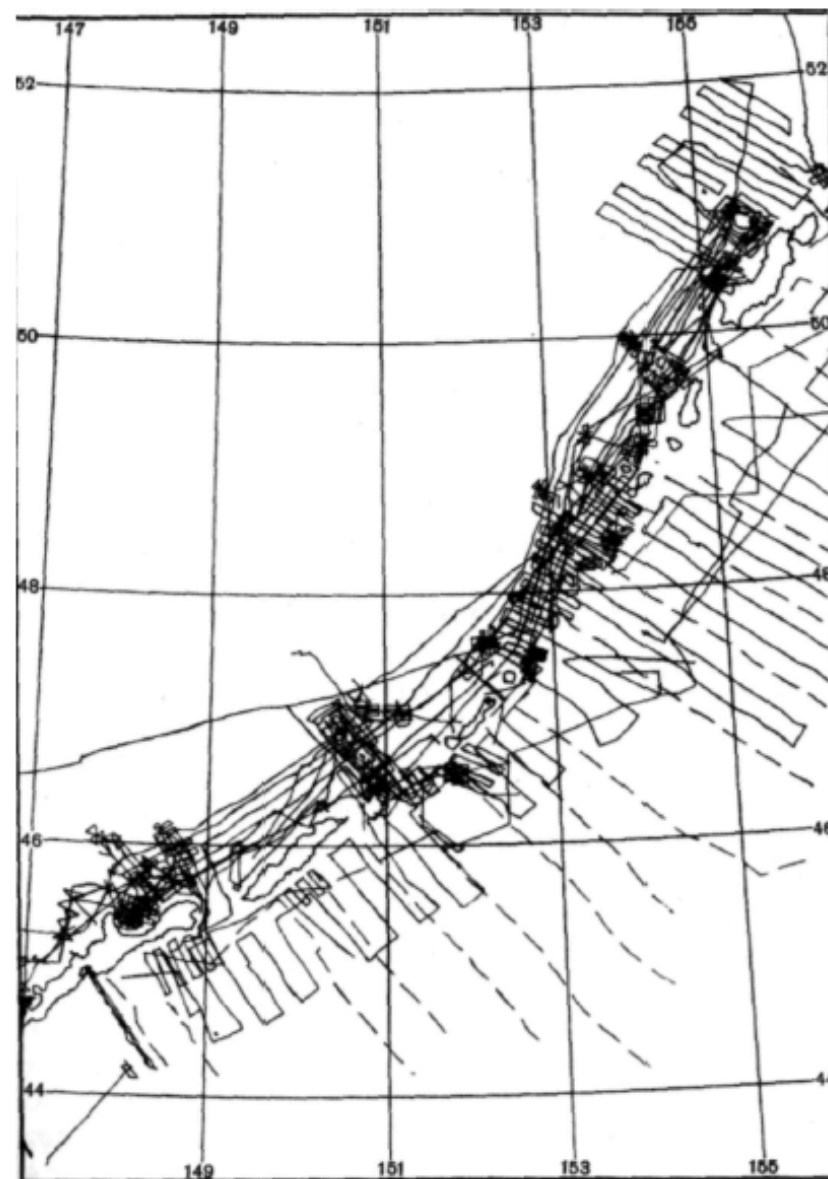
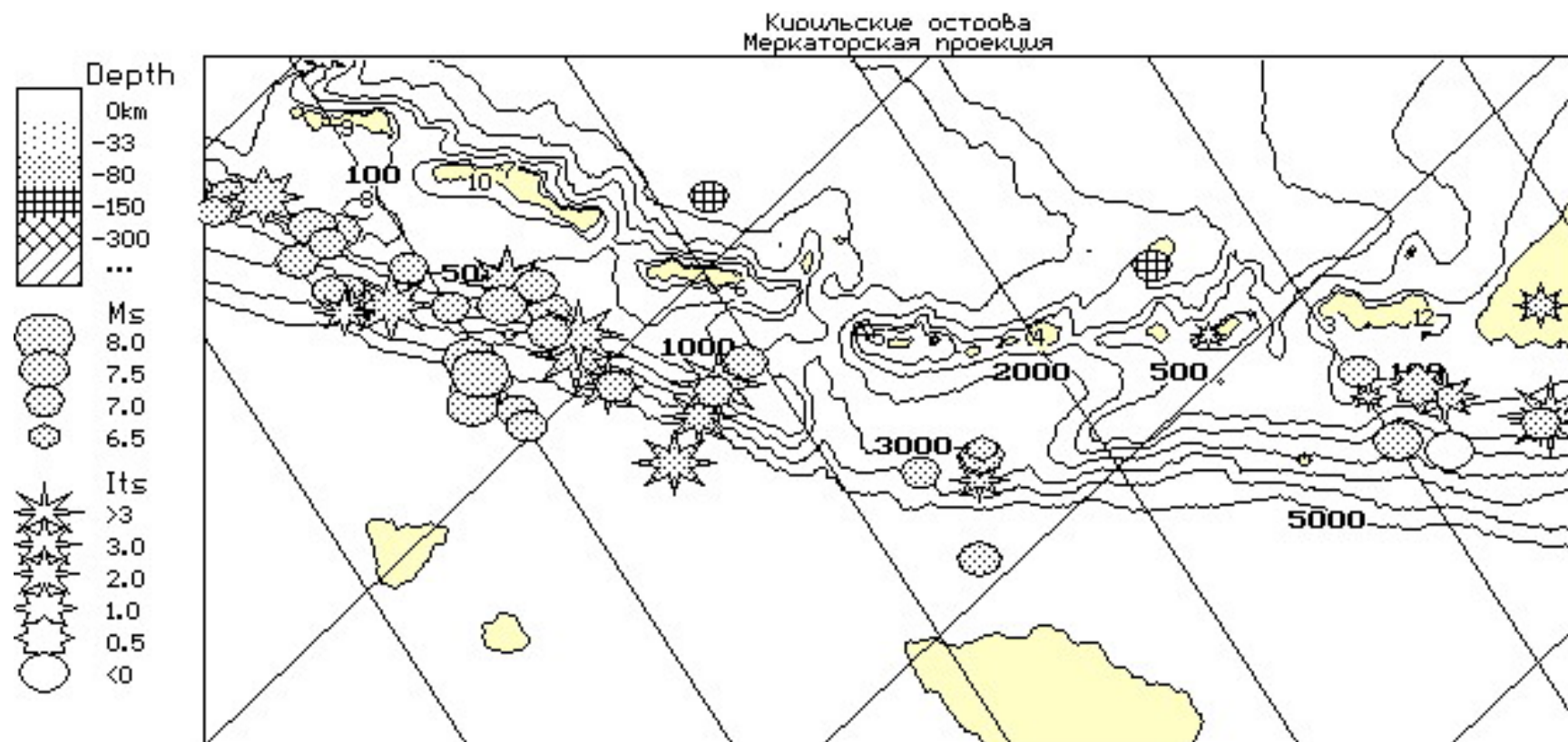


Схема галсов эхолотного промера, НСП, магнитной съемки, выполненных в рейсах НИС "Вулканолог"

- Курильский архипелаг и Сахалин относятся к единственной в России области, расположенной на островах в зоне проявления активного вулканизма и чрезвычайно высокой сейсмичности.
- Область входит в число первых пяти регионов мира, где происходит наибольшее количество видов природных катастроф из всех известных на планете.
- Здесь обычно происходит не менее 300 ощутимых землетрясений в год.
- Цунами регистрируются в Курило-Камчатском регионе каждые 2-3 года, а сильные цунами, вызывающие значительные бедствия, возникают не реже, чем один раз в 10-12 лет.
- Принято считать, что волны сюда подходят из цунамигенной зоны, которая расположена в Курило-Камчатском и Алеутском желобах, а также от удаленных землетрясений.
- На это была ориентирована разрабатывавшаяся в 1980-е годы для Камчатки и Курил система раннего предупреждения о цунами.

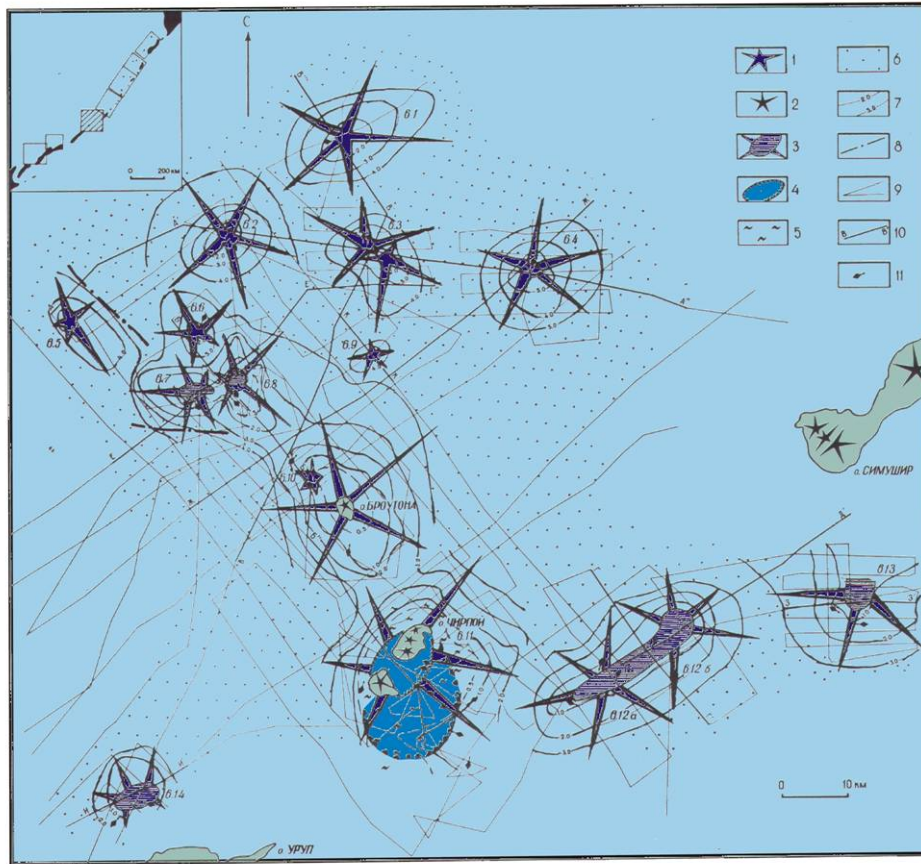
Сейсмичность Курильских о-вов



- Однако имеются свидетельства о возникновении цунами вследствие подводных оползней и обвалов, происходящих после даже не очень сильных землетрясений.
- Обвальнo-оползневые процессы имеют широкое распространение на подводных склонах КОД.
- На Охотоморских склонах Большой Курильской гряды распространены активные подводные каньоны с крутыми стенками и признаками обвальнo-оползневых процессов.
- Основные факторы, приводящие к оползням:
 - высокая скорость осадконакопления, обусловленная активными вулканическими процессами на сопредельных участках суши;
 - интенсивные каньонообразующие процессы на шельфе с повсеместным развитием динамически неустойчивых осадочных масс;
 - особенности геологического строения: огромные объемы неконсолидированных осадков, различия физико-механических свойств разных осадочных горизонтов, присутствие слоев газонасыщенных осадков;
 - расположение в сейсмически активной зоне, где обычны землетрясения, которые могут инициировать движение подводного обвала .

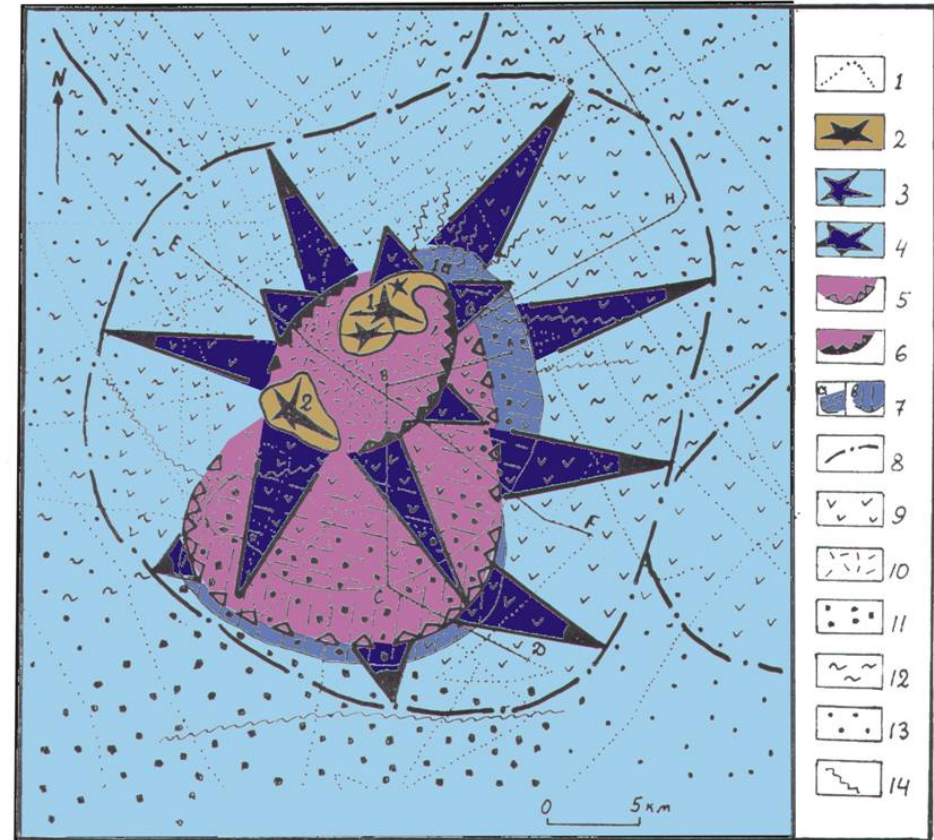
- Наибольшую опасность с точки зрения возникновения цунами оползневого генезиса, на наш взгляд, представляют возможные обрушения гравитационно неустойчивых «подвешенных» крупных блоков осадочных или рыхлых вулканогенных отложений на крутых склонах.
- Ниже этих блоков, на склонах, рыхлые отложения удалены в результате эрозионных или оползневых процессов. Подобные блоки, на наш взгляд, вследствие их гравитационной неустойчивости, при сильных землетрясениях могут придти в движение и стать причиной возникновения цунами.
- Подобные тела, объемом до нескольких км³, были обнаружены на охотоморских склонах о. Парамушир, к востоку от о. Матуа, к северо-западу от о. Кетой, в нижней, местами средней части северных, северо-западных и западных склонов вулканического массива Черных Братьев, у подножия хребта Шокальского у о. Уруп, в заливе Доброе Начало (о. Итуруп).

Морфоструктурная схема района



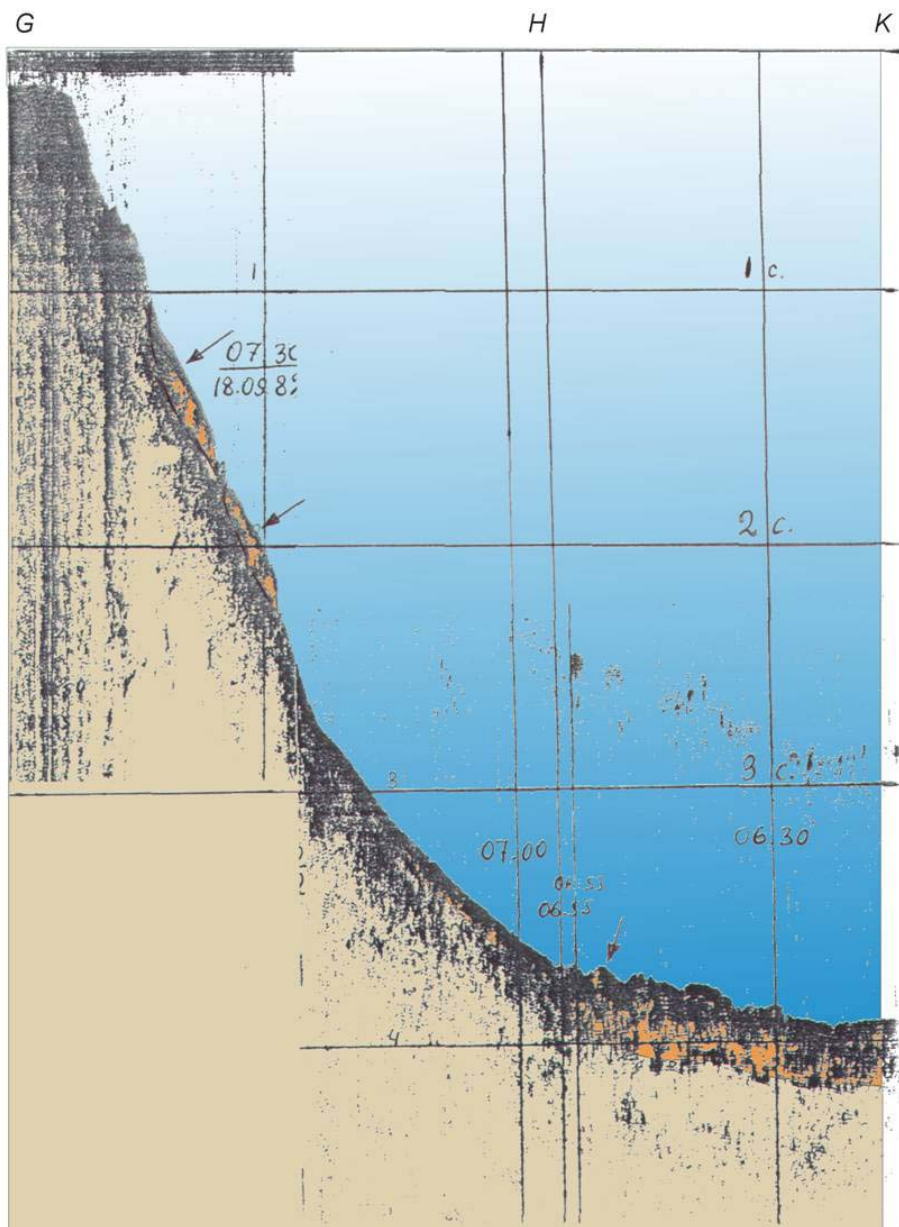
Структурно-геоморфологическая схема Брутонской подводной вулканической зоны

1 - подводные вулканы, 2 - наземные вулканы, 3 - уплощенные вершины подводных вулканов, 4 - кальдеры, 5 - пемзо-пирокластические отложения, 6 - осадочные отложения, 7 - изолинии глубины поверхности "акустического фундамента", в с удвоенного времени распространения сигнала, 8 - разломы, 9,10 - профили НСП, 11 - станции драгирования.



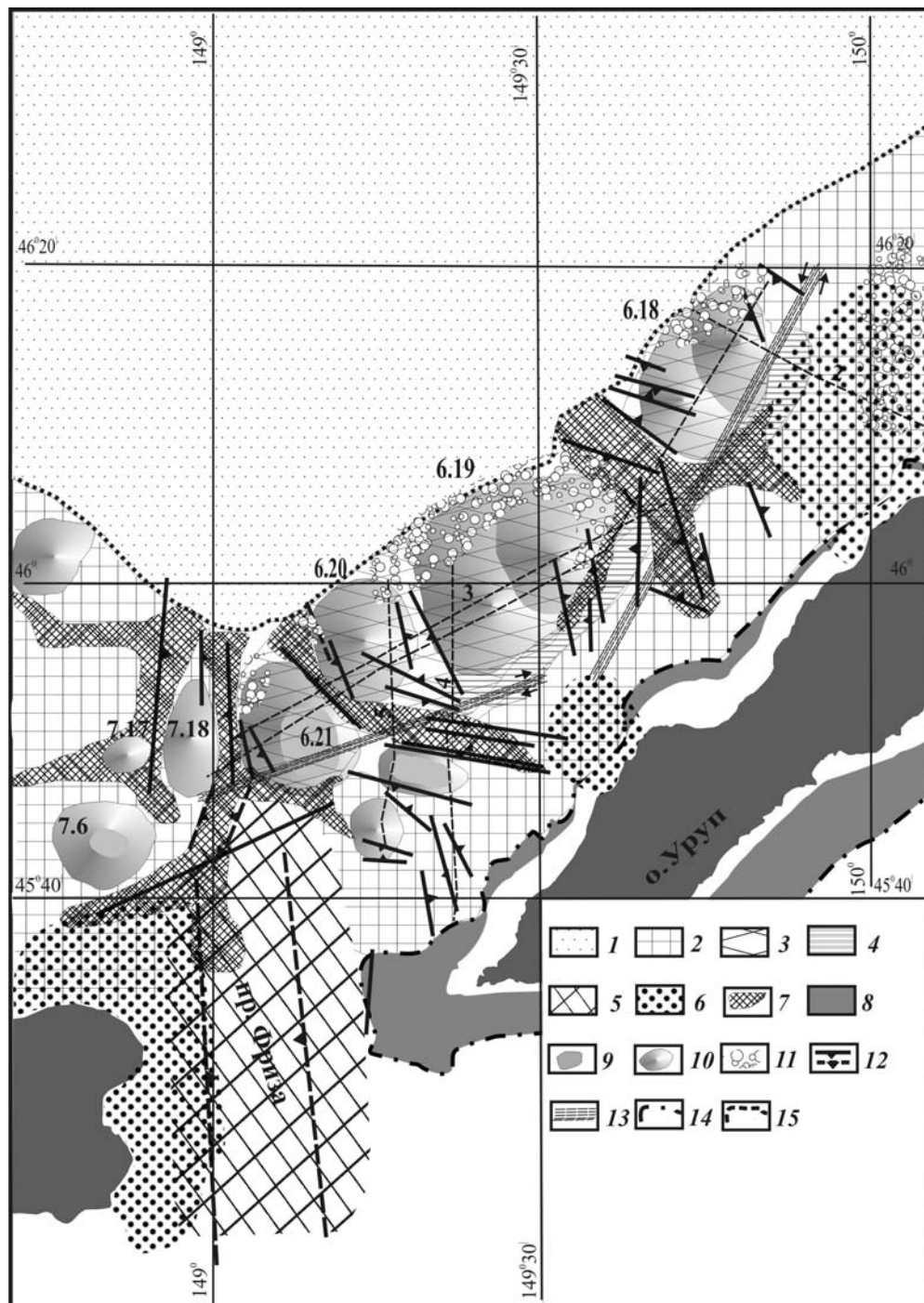
Структурно-геоморфологическая схема массива Черных Братьев.

1 - геофизические профили; 2 - наземные вулканы; 3 - межкальдерная вулканическая постройка; 4 - древняя кальдерная вулканическая постройка; 5 - древняя кальдера (внешняя кальдера Горшкова); 6 - молодая кальдера Горшкова; 7 - подводные террасы: а - 100-150-метровая терраса, в - более глубокая терраса; 8 - границы вулканических массивов; 9 - плотные вулканические породы; 10 - продукты извержений современных вулканов островов Чирпой и Брат Чирпов; 11 - пемзо-пирокластические отложения кальдерообразующих извержений и перетолженные рыхлые отложения, образующиеся при выработке террасы; 12 - оползневые образования; 13 - осадочные отложения; 14 - оси подводных каньонов. Цифрами обозначены: 1 - о. Чирпой; 1а - п-ов Лапка; 2 - о. Брат Чирпов. Буквами обозначены профили, представленные на рис. 2.4, 2.5 и 2.6.



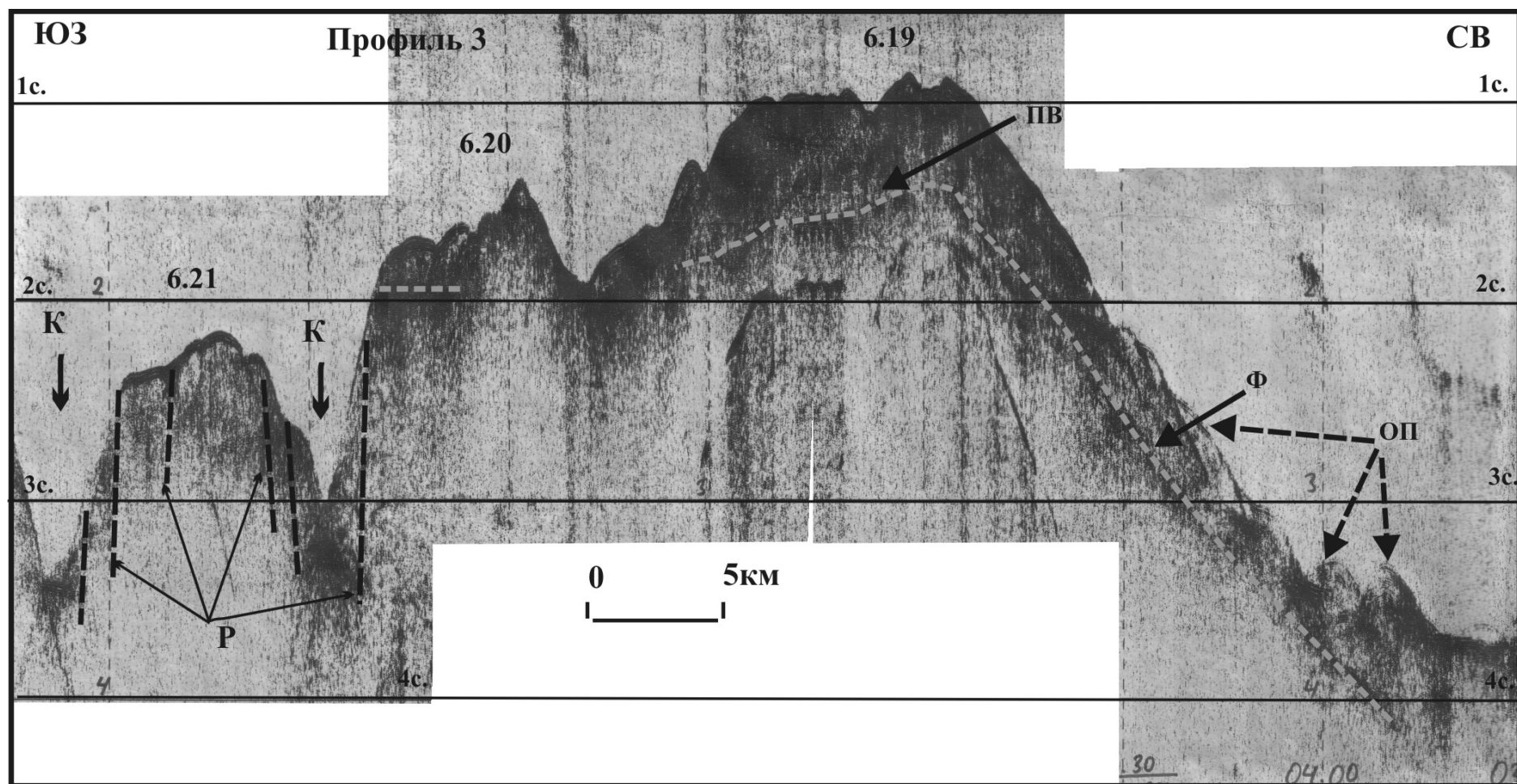
- Фрагмент профиля НСП, пересекающего подводную часть северо-восточного склона о. Чирпой.
- Стрелками показаны крупные «висячие» тела (В) предполагаемых рыхлых отложений на склоне и оползневые отложения (ОП) у подножия склона.
- Штриховая линия – границы «висячих тел».

- Значительную опасность могут также представлять обрушения крутых стенок крупных подводных каньонов.
- Глубокие каньоны, с глубиной вреза в сотни метров и с V-образным поперечным профилем обнаружены в районе бухты Крашенинникова (о. Парамушир), к югу от о. Маканруши, в районе южной части о. Онекотан.
- Несколько крупных подводных каньонов расчленяют охотоморский склон КОД в районе пролива Крузенштерна и о. Матуа.
- Довольно крупные подводные каньоны обнаружены на охотоморских склонах КОД в районе о-вов Черные Братья и северной части о. Уруп, а также в р-не пролива Фриза.
- Особенно крупные подводные каньоны сформировались на подводных склонах о. Итуруп – в заливе Простор и в его южной части.
- Выявленные подводные каньоны характеризуются высокими крутыми бортами, высокой активностью эрозионных процессов, что может приводить к возникновению подводных обвалов и оползней, некоторые из которых также могут приводить к возникновению цунами.



Морфоструктурная схема района хребта Шокальского:

- 1 – плоская аккумулятивная поверхность дна Курильской котловины;
- 2 – крутонаклонные эрозионно-тектонические или эрозионно-вулканогенные поверхности дна верхней части склонов БКГ;
- 3 – хребет Шокальского;
- 4 – ложбина, отделяющая хребет Шокальского от верхней части склона о. Уруп;
- 5 – желоб пролива Фриза;
- 6 – участки распространения предполагаемых четвертичных вулканогенных отложений;
- 7 – крупные подводные каньоны;
- 8-9 – плоские участки дна на глубинах до 140-160 м, соответствующих голоценовому повышению уровня моря (8), и на глубинах более 160 м (9);
- 10 – подводные горы;
- 11 – участки распространения оползневых отложений;
- 12 – разломы установленные и предполагаемые по данным геофизических исследований;
- 13 – предполагаемые зоны сдвигов;
- 14 – бровка шельфа;
- 15 – граница Курильской котловины.



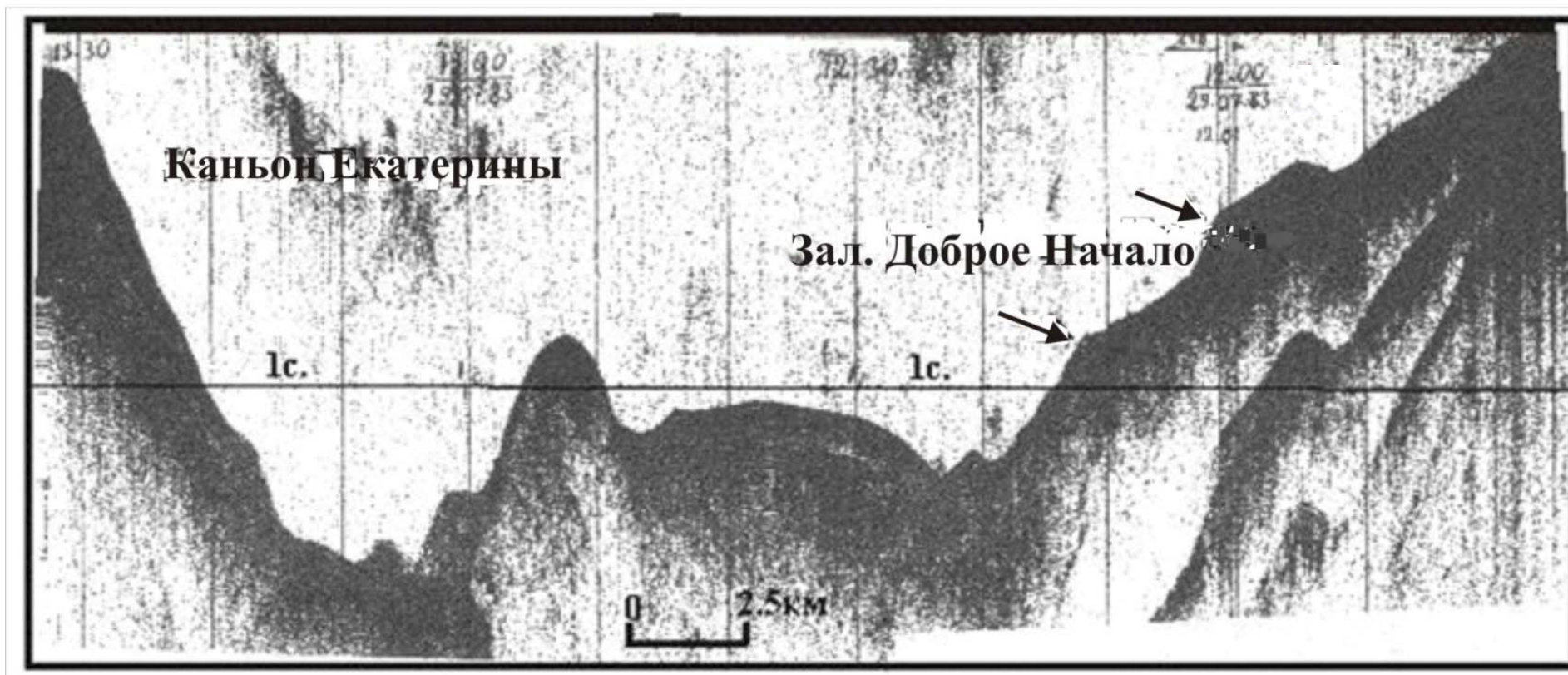
Фрагмент сейсмограммы НСП по профилю 3:

Р – предполагаемые разломы;

ОП – предполагаемые оползневые образования;

ПВ – предполагаемая древняя поверхность выравнивания\$

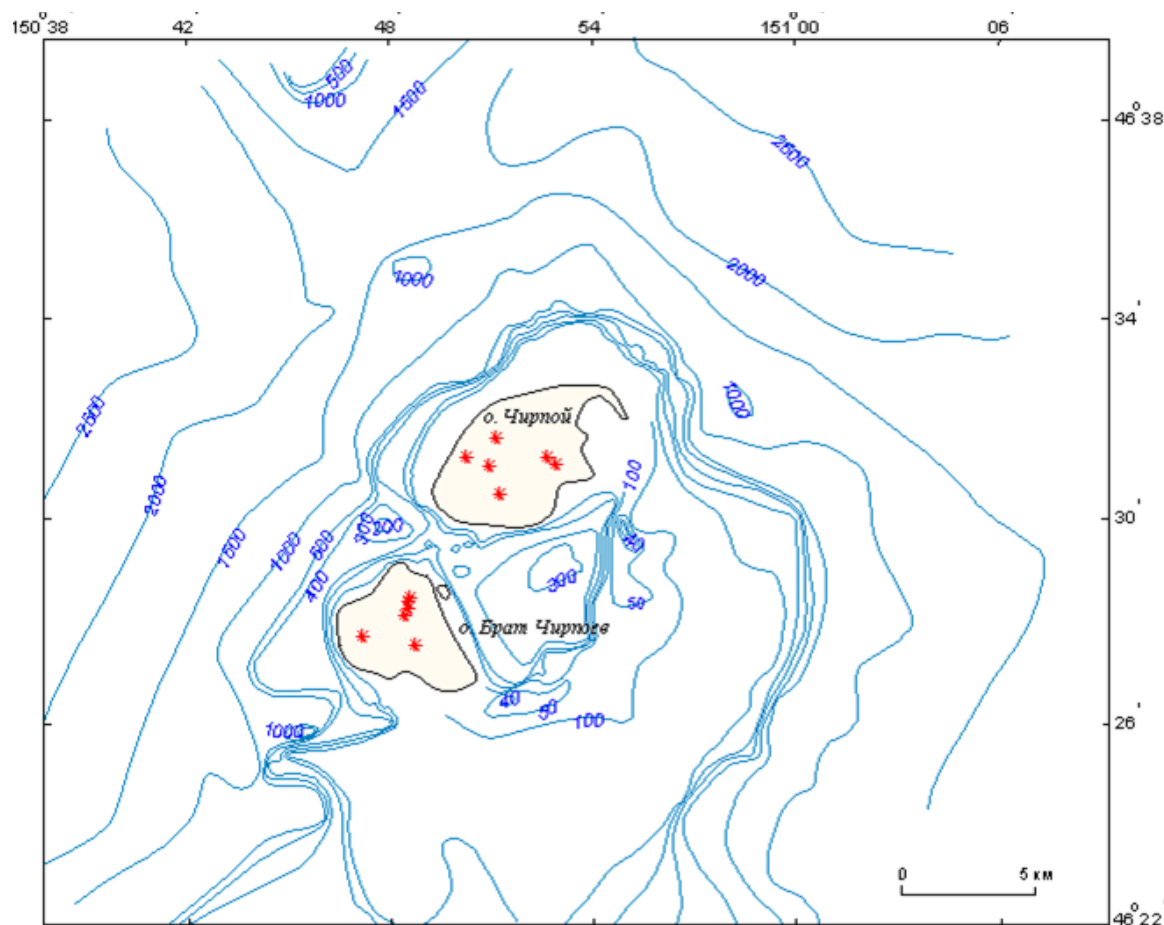
К – каньон.



Фрагмент профиля НСП, пересекающего залив Доброе Начало (о. Итуруп).

Стрелками показаны крупные «висячие» тела предполагаемых рыхлых отложений на склоне и оползневые отложения у подножия склона

Батиметрическая карта вулканического массива Черных Братьев



Условные обозначения

* наземные вулканические постройки

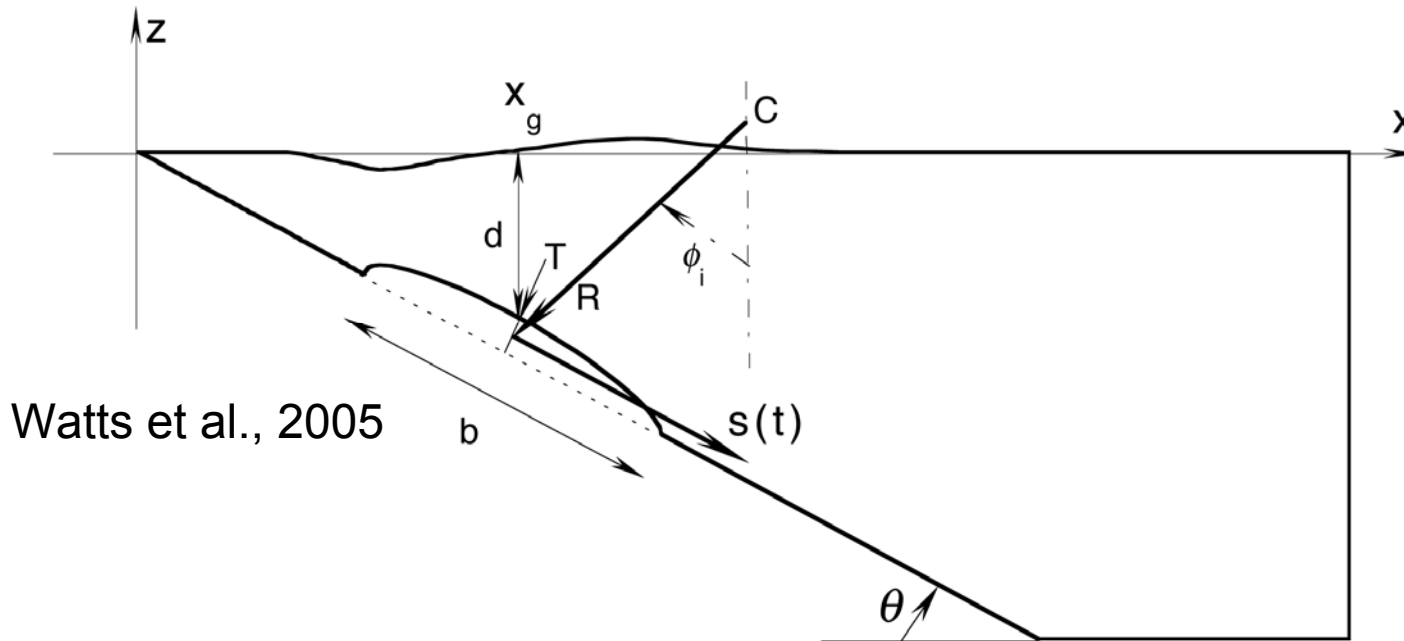
1000 — изобаты

- 1 – наземные вулканические постройки;
- 2 – изобаты (м);
- 3 – кальдера Горшкова;
- 4 – Внешняя кальдера Горшкова;
- 5 – геофизический профиль.

Цифрами обозначены:

- 1 – вулкан Чирпой;
- 2 – вулкан Чирпой Второй;
- 3 – вулкан Черного;
- 4 – вулкан Сноу;
- 5 – вулкан Брат Чирпоев;
- 6 – вулканическая постройка конуса 528 м.

Параметры оползня для моделирования цунами



Основные параметры оползня на о-вах Черные Братья:

Длина оползня, b : 5000 м

Максимальная ширина оползня, w: 2500 м

Мощность Т: 250 м

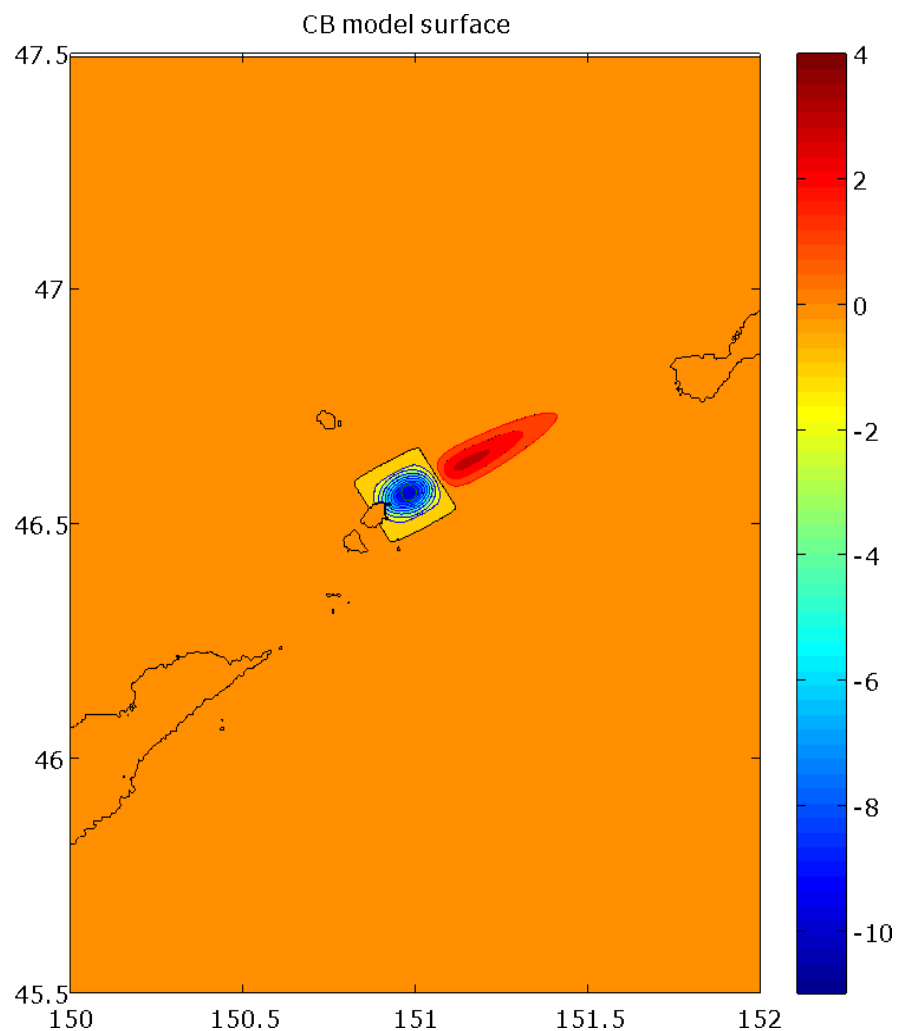
Глубина погружения, d: 1500 м

Угол склона, Θ : 12°

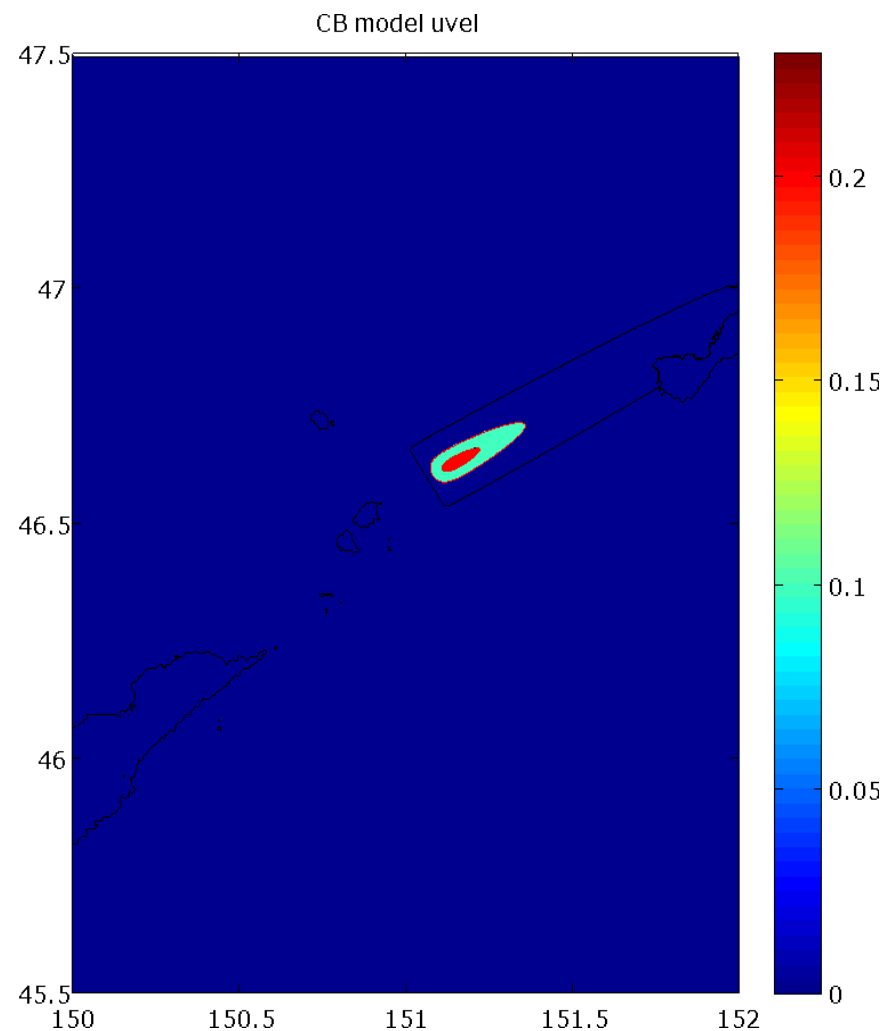
Плотность отложений: 2000 кг/м³

Источник цунами: подъем и горизонтальная скорость (о-ва Черные Братья)

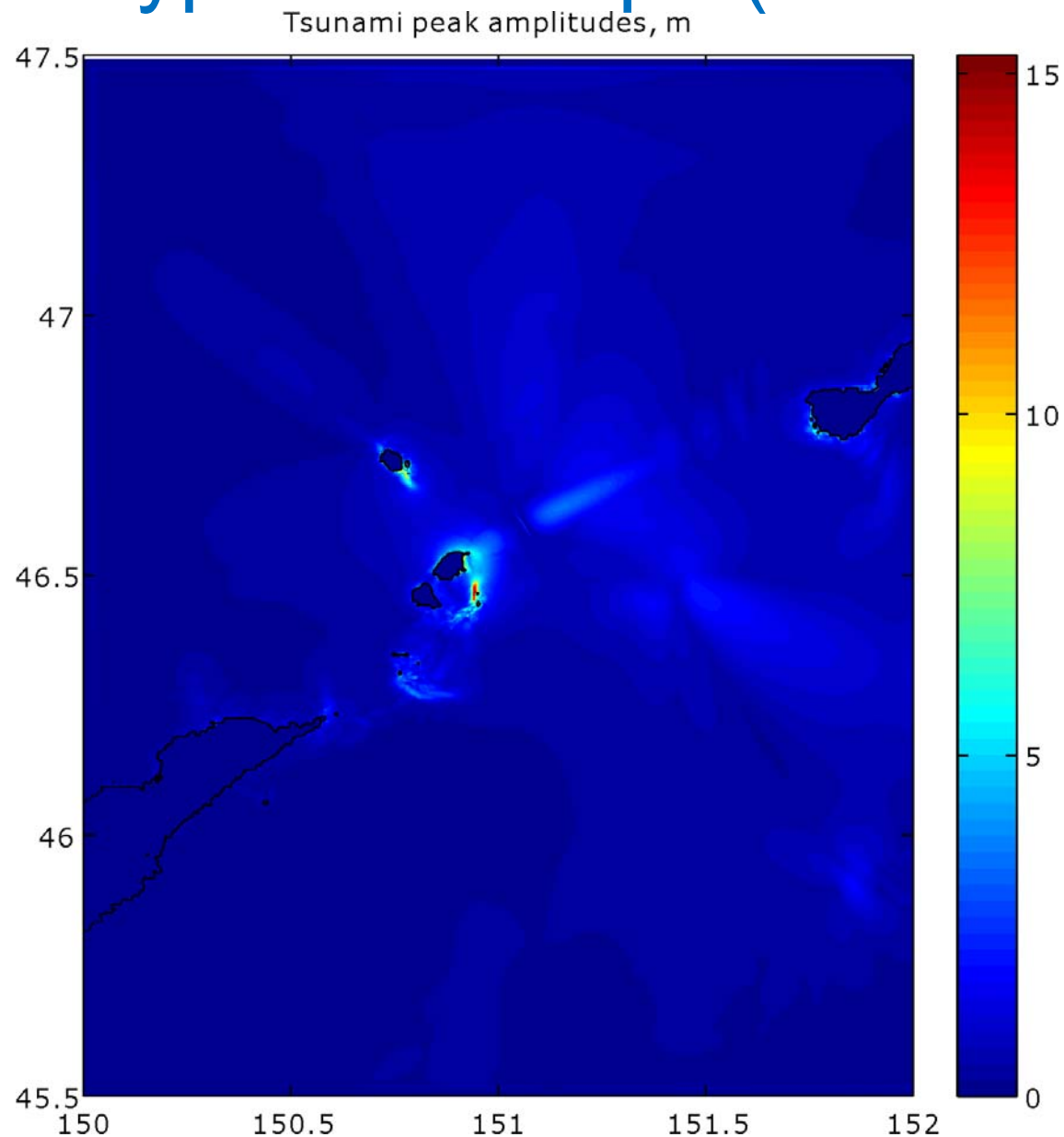
уровень подъема моря, м



горизонтальная скорость, м/с

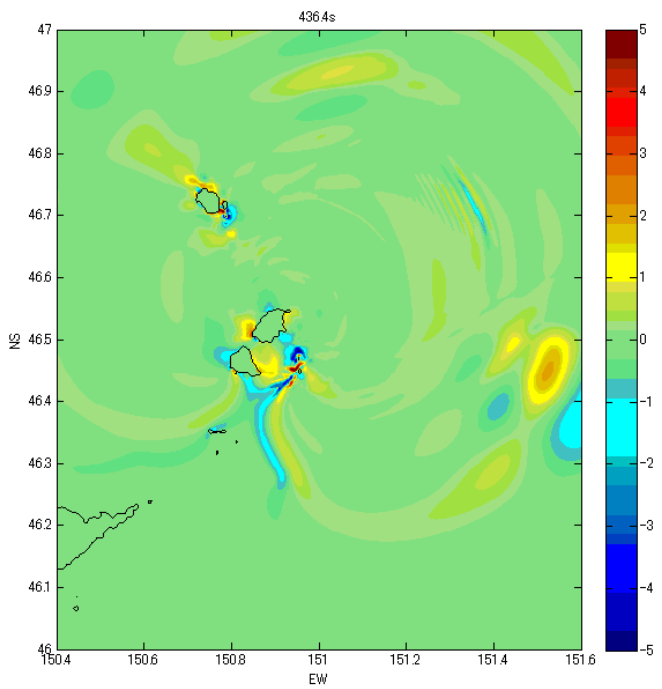
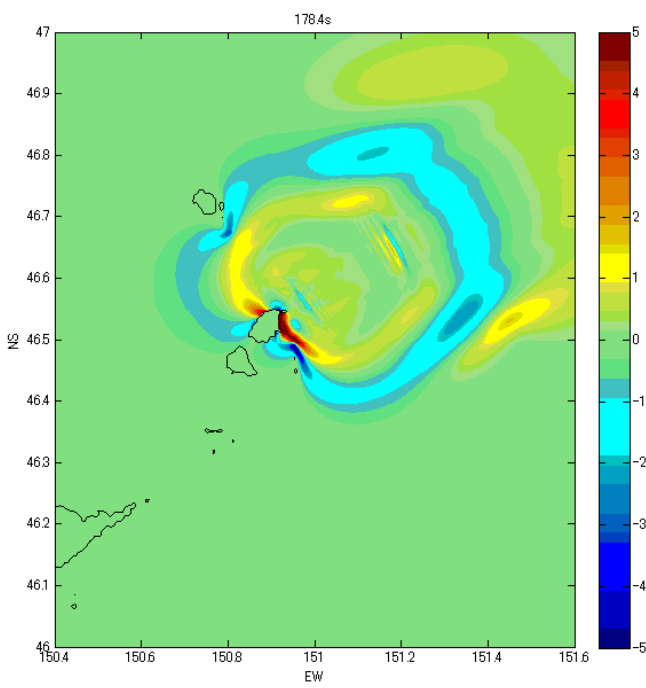
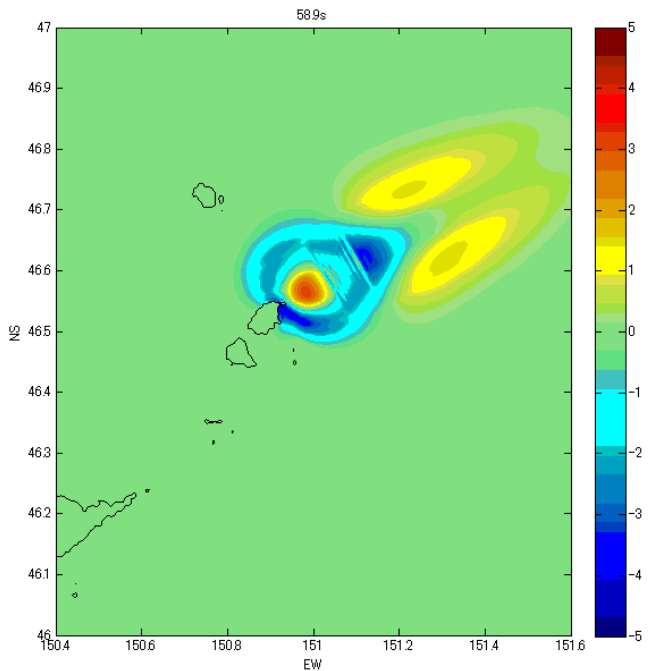
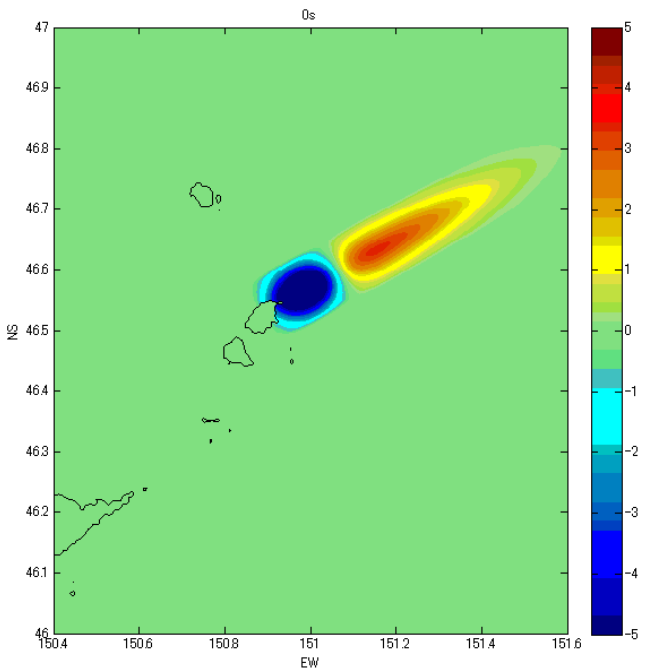


Максимальный подъем цунами над уровнем моря (о-ва Черные Братья)



Большие волны цунами
(5-15 м) возможны на
кромке кальдеры и
прилегающих островах

Распространение и заплёск волн цунами (о-ва Черные Братья)



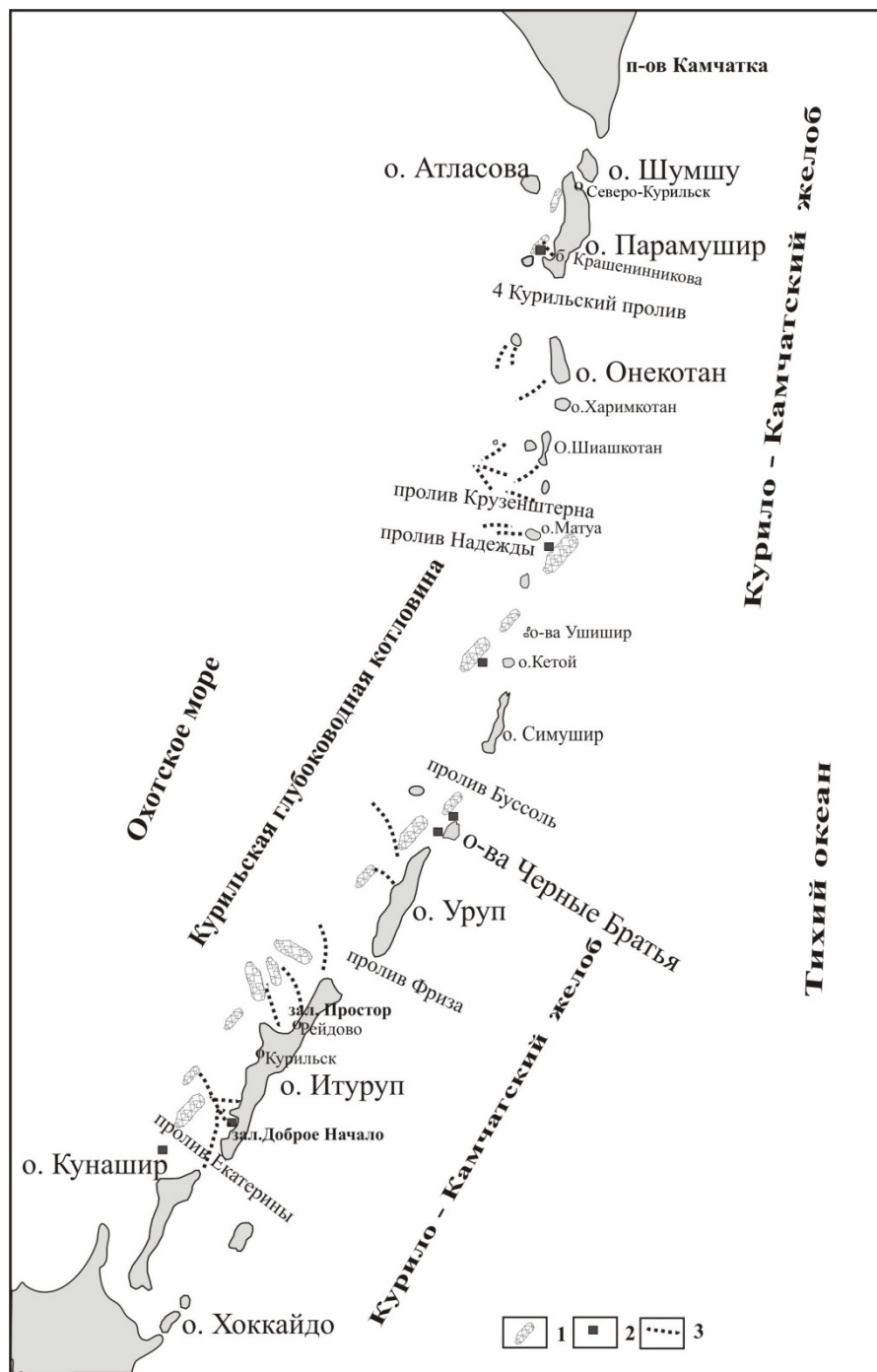


Схема распространения оползневых отложений и крупных активных подводных каньонов в пределах Курильской островной дуги

- 1 – участки распространения оползневых отложений;
- 2 – участки, в пределах которых по данным НСП зафиксированы крупные «висячие» тела рыхлых отложений, представляющие особую опасность с точки зрения возможной генерации цунами;
- 3 – крупные активные подводные каньоны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бондаренко В.И., Рашидов В.А. Вулканический массив Черных Братьев (Курильские острова) // Вулканология и сейсмология. 2003. № 3. С. 35-51.

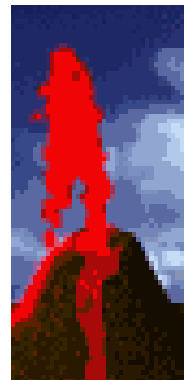
Бондаренко В.И., Рашидов В.А. Выявление потенциально цунамигенных участков в пределах Курильской островной дуги // III научно-техническая конференция «Проблемы комплексного геофизического мониторинга Дальнего Востока России» г. Петропавловск-Камчатский 9-15 октября 2011 г. Сборник докладов. Петропавловск-Камчатский: КФ ГС РАН, 2011
(http://www.emsd.iks.ru/konf111009/pdf/sb/Sekciya_Cunami/Bondarenko_Rashidow.pdf)/.

Бондаренко В.И., Рашидов В.А. О возможности цунами оползневого происхождения в районе Курильской островной дуги // Активные разломы и их значение для оценки сейсмической опасности: современное состояние проблемы. Материалы XIX научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти ученого геолога-геофизика Ю.К. Щукина (7-10 октября 2014 года). Воронеж: Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2014. С. 62-65.

Vyacheslav Bondarenko, Anatoly Petukhin, and Vladimir Rashidov. Potential Tsunamigenic Submarine Landslides of The Kuril Island Arc // 5th International Symposium on Submarine Mass Movements and Their Consequences (5thISSMMTC) to be held in Kyoto, Japan, October 24-26, 2011.

Watts Ph., S.T. Grilli, M.ASCE, D.R. Tappin, and G.J. Fryer(2005): Tsunami Generation by Submarine Mass Failure. II: Predictive Equations and Case Studies, Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering, DOI: 10.1061/ASCE0733-950X2005131:6298.

Wei, G. and Kirby, J.T. A time-dependent numerical code for extended Boussinesq equations // J. Waterw. Port Coastal Oceanic Eng. 1995, 121, 251-261.





ПРАВИТЕЛЬСТВЕННАЯ КОМИССИЯ
ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ И ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ
СИТУАЦИЙ И ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

ПРОТОКОЛ

заседания Правительственной комиссии
по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций
и обеспечению пожарной безопасности

г. Москва

29 августа 2014 г.

№ 12

ПРЕДСЕДАТЕЛЬСТВОВАЛ

Министр Российской Федерации по делам гражданской обороны,
чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий –
председатель Правительственной комиссии
В.А. ПУЧКОВ

Присутствовали:

члены Правительственной
комиссии

– А.В. Беляков, С.П. Булавин, Ю.К. Валяев,
С.И. Воронов, В.Л. Вуколов, А.Д. Жилин,
А.В. Зажигалкин, И.Н. Каграманян,
Г.В. Каламанов, И.М. Каменских,
А.В. Кирюхин, Ю.А. Костин, М.Д. Крук,
В.А. Лебедев, Г.Г. Онищенко, Д.О. Панышев,
А.Ю. Попова, В.И. Попов, А.И. Саурин,
П.В. Семенов, В.В. Степанов, В.П. Страшко,
А.В. Ферапонтов, А.В. Фролов, В.Б. Черток,
А.П. Чуприян, С.А. Шляков

приглашенные сотрудники
федеральных органов
исполнительной власти,
органов государственной
власти субъектов Российской
Федерации и организаций

– Б.А. Борзов, А.В. Агафонов, В.В. Аксенов,
С.Л. Диденко, В.И. Климкин, Ю.П. Ковалев,
В.В. Костяев, Ю.В. Малов, В.Е. Мишин,
М.В. Новиков, А.И. Овсянник, В.В. Розанов,
И.Н. Сергеев, В.В. Серегин, С.Е. Сусликов,
Р.А. Фархатдинов, В.Н. Яцуценко,
С.Ф. Гончаров, В.Б. Гулин, О.Е. Старовойт,
О.В. Чикиркин

000065

2. МЧС России (В.А. Пучков) совместно с Росгидрометом (А.В. Фролов), ФАНО России (М.М. Котюков) и Геофизической службой РАН предусмотреть реализацию мероприятий по созданию в 2015-2017 годах системы предупреждения о цунами на Черном море с учётом актуализации научных исследований угроз цунами на Черном море (Краснодарский край и Республика Крым) и развитию дальневосточной системы предупреждения о цунами с расширением зоны ее охвата на побережье Охотского моря в рамках государственной программы Российской Федерации «Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечение пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах».