

УДК 550.34+550.344.42+551.432.7(571.645)

Комплексная экспедиция на Средние Курильские острова в 2007 г. (II этап)

Сахалинские ученые и их коллеги продолжили комплексное изучение центральной части Курильских островов. Приводятся предварительные данные по высотам залеска цунами и воздействию волны на береговые формы рельефа. По GPS-наблюдениям установлено, что на островах Кетой и Матуа (~150 км от эпицентров землетрясений) горизонтальная подвижка достигает величины 600 мм в юго-восточном направлении. Проведено детальное изучение вулканов Заварицкого, Горячая Сопка (о-в Симушир) и Синарка (о-в Шиашкотан). Усиление активности фумарол на влк. Синарка дает возможность предположить вступление вулкана в активную стадию и возможные извержения в ближайшем будущем. Практически все современные вулканы Средних Курильских островов возникли в посткальдерную стадию развития более крупных вулканических построек. Их формированию предшествовали гигантские выбросы пемзово-пирокластического материала.

Ключевые слова: сейсмология, цунами, вулканология, современные движения земной коры, экология.

The complex expedition to the Central Kuril Islands in 2007 (II stage).

Sakhalin scientists and their colleagues continue the works on complex investigation of the central part of the Kuril Islands. Preliminary data about the heights of tsunami run-ups and influence of the wave on the coastal forms of relief are given. According to the GPS observations it is established that on Ketoi and Matua Islands (~150 km from the epicenters of the earthquakes) horizontal motion is 600 mm in the south-eastern direction. A detailed study of Zavaritsii, Goryashchaya Sopka (Simushir Island) and Sinarka (Shiashkotan Island) volcanoes was conducted. The increase of fumarolic activity on Sinarka volcano gives the opportunity to suggest about the beginning of the active stage and possible eruptions in the nearest future. Nearly all modern volcanoes of the Central Kuril Islands appeared at the postcaldera stage of development of greater volcanic edifices. The giant outbursts of pumice-pyroclastic material preceded their formation.

Key words: seismology, tsunami, volcanology, modern movements of the Earth crust, ecology.

Со 2 июля по 14 августа 2007 г. в районе Средних Курил в рамках проекта Национального научного фонда США «Курильский биоконплексный проект: человеческая уязвимость и способность к восстановлению при субарктических изменениях» № ARC-0508109 (руководитель – доктор Бен Фитцхью) и гранта РФФИ 07-05-10070 К «Организация и проведение комплексной экспедиции на Курильских островах с целью изучения проявлений землетрясения и цунами 15 ноября 2006 года, активных вулканов и современных движений земной коры» (руководитель – чл.-корр. РАН Б.В.Левин) проведены две морские комплексные экспедиции. На теплоходе катамаранного типа «Искатель-4» обследованы острова Уруп, Симушир, Кетой, Янкича и Рыпонкича (группы Ушишир), Расшуа, Матуа, Шиашкотан. В состав экспедиции вошли известные специалисты из научных учреждений России (ИМГиГ, ИВиС, ТИГ ДВО РАН, ИО РАН, МГУ им. М.В.Ломоносова, Сахалинский областной краеведческий музей, Центр цунами Сахалинского управления ГМС), США (Университет штата Вашингтон, Сизтл) и Японии (университет префектуры Хоккайдо) (см. 3-ю сторонку обложки).

Исследования поддержаны грантами ДВО РАН 06-II-CO-08-031, 07-III-D-06-067, 06-III-B-08-371, 07-III-D-08-097 и Президиумом ДВО РАН.

Основные задачи экспедиции заключались в следующем.

1. Обследование проявлений землетрясения и цунами 15.11.2006 г. и 13.01.2007 г., в том числе поиск сейсмических разрывов и определение заплесков цунами вдоль побережья Средних Курильских островов.

2. Выполнение GPS-измерений на островах Симушир, Уруп, Кетой и Матуа, где максимально проявились косейсмические эффекты. Постановка новых автономных станций непрерывной GPS-регистрации и GPS-измерения на островах для изучения постсейсмических эффектов и получения дополнительных данных о механизме очага этого землетрясения.

3. Изучение геологической истории развития кальдерных вулканов Средних Курильских островов в плейстоцене–голоцене (хронология вулканических извержений, петролого-геохимическая характеристика основных этапов вулканической деятельности, оценка объемов извержений). Обследование изменений в геологическом строении и режиме гидротермальной деятельности вулканов Заварицкого, Горящая Сопка (о-в Симушир) и Синарка (о-в Шиашкотан).

4. Поиск и идентификация отложений палеоцунами, картирование связанных с ними зон затопления. Определение максимальных высот и дальности проникновения наиболее катастрофических цунами. Датировка древних сейсмических событий тефрохронологическим и радиоуглеродным методами. Выявление одновременных палеоцунами и корреляция геологических разрезов, содержащих отложения палеоцунами, для различных районов побережья.

5. Изучение гидроакустическими методами тонкослоистой структуры верхней кромки осадочных пород в шельфовой и прибрежной акваториях в районе о-ва Симушир.

6. Комплексное эколого-ботаническое обследование Средних Курильских островов.

Проявление цунами на побережьях островов

Наиболее высокие заплески были выявлены на о-ве Матуа, где их средняя высота превышала 10 м. В бухте Айну (юго-запад о-ва Матуа) цунами сильно изменило морфологию берега, размыв участок морской аккумулятивной террасы шириной 20–30 м. В бухте Душная (северо-восточная часть о-ва Симушир) волна оставила на морской террасе многочисленные промоины. Помимо эрозии на обследованных побережьях повсеместно наблюдалась и аккумуляция. Отложения представлены морским песком, галькой, валунами, перемещенным в сторону суши плавником. На крутых склонах берегов стихией частично уничтожена растительность и смыта почва.

На юго-востоке о-ва Симушир интенсивность воздействия была уже значительно ниже, а на юге о-ва Уруп высоты заплесков цунами не превысили высоты заплесков штормовых волн и составили не более 4–6 м, а возможно, и меньше.

Все полученные во время экспедиций сведения после их окончательной обработки войдут в российские и мировые базы данных. Собранный фактический материал позволит оттестировать и уточнить численные модели, на основе которых оценивается цунамиопасность побережий (см. таблицу).

Численное моделирование цунами 15.11.2006 г. проводилось в рамках линейной теории длинных волн¹.

Для моделирования распространения волны цунами, особенно в мелководных областях, необходимы надежные данные о рельефе дна (батиметрия). В расчетах использовалась комбинированная батиметрия, созданная на основе 1-минутного цифрового атласа GEBCO (British Oceanographic Data Centre, <http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/gebco/>) и цифровой модели рельефа (ЦМР) дна с разрешением 0,25°, на базе несекретных морских

¹ Левин Б.В., Носов М.А. Физика цунами и родственных явлений в океане. М.: Янус-К, 2005. 360 с.



Эрозия береговой зоны в восточной части о-ва Магуа



Замеры высоты заплеска цунами на о-ве Магуа

Данные о высотах и дальности заплеска цунами 15.11.2006 г. на обследованных побережьях Средних Курильских островов

Даты обследования	Остров	Район наблюдений	Высота заплеска, м	Точность измерений, ± м	Дальность заплеска, м ²	Метод измерений ³	Кол-во профилей	Кол-во замеров высот	Примечания
08.08.07	Топорков (к востоку от Матуа)	Западное побережье острова	9–10	1,0	30–40	PPP	6	14	В проливе между островами Топоркова и Матуа
2–3.08.07	Матуа	Берег «Сарычева», север ⁴	11–17	< 0,5	50–60	НР, PPP	9	16	
2–4.08.07		Берег «Сарычева», центральная часть ⁴	13–16	< 0,5	50–65	НР, PPP	8	12	
07.08.07		Берег «Сарычева», южная часть ⁴	6–10	0,5	60–100	PP	9	9	
06.08.07		Бухта Южная, восточная часть ⁵	6–8	0,5	100–140	PP	6	6	
6–7.08.07		Бухта Южная, западная часть ⁵	6–8	< 0,5	180–220	НР +2006	4	5	
2–5.08.07		Бухта Айну, ю-в часть	12–14	0,5	100–120	PP	2	2	
4–6.08.07		Бухта Айну, центральная часть	17–20	0,5	200–400	PP, НР, PPP +2006	8	16	
2–5.08.07		Бухта Айну, с-з часть	13–14	0,5	70–120	PP	2	2	
11.08.07	Расшуа	Мыс Южный, Охотская сторона	4,2; 5	0,5	65	PP	2	2	Дальность заплесков по GPS
		Бухта Маленькая	9,7	0,5	50	PPШ	1	1	Определение по конечному валу из плавника и пластика
09.08.07	Рыпонкича	Северная оконечность	5,7	0,5	54	PP	1	1	
		Ю-В побережье ⁴	10–11	< 0,5	45–55	НР	6	19	
10.08.07	Янкича	Северная оконечность	12,8	< 0,5	50	НР	1	1	Определение по большому кол-ву плавника и пластика на берегу вала
08.07.07	Кетой	Бухта Южная, восточная часть ⁴	6,5–7,5	0,5	50–60	PPP	5	34	
08–11.07.07		Бухта Южная, западная часть ⁴	6–9	0,5	35–65	PP	17	17	
10–27.07.07	Симушир	Бухта Душная, север	9–14	< 0,5	50–90	НР	10	100	Для коротких и крутых профилей исключены максимально низкий и максимально высокий заплески
		Бухта Душная, центральная часть	7–9	< 0,5	100–150	НР +2006	13	30	Для длинных и пологих профилей исключены максимально низкий и максимально высокий заплески
12–19.07.07		Бухта Душная, юг	12–19	< 0,5	80	НР, PP	3	3	Очень крутые профили
		Бухта Спасения ⁴	4,5–7	0,5	80–140	PP	7	8	

Примечания. 1. Часть данных еще не откорректирована по таблицам приливов; вариации уровня моря в обследованных районах обычно $< \pm 0,5$ м. 2. Дальность заплесков, полученная по топографическим профилям, обычно имеет погрешность $< 10\%$; оценка погрешности (в ряде случаев – коррекция) проведена с помощью GPS по прямой линии между точкой уреза воды и точкой максимального заплеска цунами. 3. НР – нивелир и рейка, РРР – ручной нивелир, рейка, рулетка, РРШ – ручной нивелир, рейка, шагомерная съёмка, РР – ручной нивелир и рейка для замеров высоты и расстояния; +2006 – использованы топографические профили 2006 г. Замеры высот заплесков произволились между топографическими профилями. 4. Исключая максимально низкий и максимально высокий заплеск. 5. С учетом высоты береговых валов между островами и линией максимального заплеска.

навигационных карт, предоставленных Главным управлением навигации и океанографии Министерства обороны Российской Федерации (ГУНиО МО РФ).

Во время экспедиции для проверки качества информации о глубинах нами проводилась эхолотная съемка на шельфе Курильских островов. Данные измерений сопоставлялись с информацией из атласа GEBCO и ЦМР ГУНиО. Установлено, что атлас часто дает завышенные глубины в исследуемом регионе (ошибка 100% и более от фактической глубины). ЦМР оказалась в хорошем соответствии с данными измерений. В силу того, что ЦМР дна не покрывает всю область, необходимую для расчетов, но только квадраты, соответствующие листам морских навигационных карт масштаба 1 : 250 000, возникла необходимость создания комбинированной батиметрии.

Используемая нами численная модель является линейной, кроме того, она рассчитывает высоту заплеска цунами не на реальное побережье, а на гипотетическую вертикальную стенку, установленную вдоль изобаты 10 м. Известно, что учет нелинейности увеличивает высоту заплеска, но не более чем в два раза. Высота заплеска также заметно возрастает в случае наката цунами на пологий берег. По этим причинам расчетные высоты волн в 2–3 раза уступают измеренным значениям. С учетом этой поправки можно заключить, что в целом расчетные высоты заплесков неплохо соответствуют измеренным значениям.

Более детальные данные о высотах заплеска с указанием координат точек наблюдения, а также уточненные результаты модельных расчетов будут подготовлены в текущем году.

Макросейсмические эффекты на островах Матуа и Симушир

Пос. Кратерный (о-в Симушир) находится в ~85–90 км от инструментально зафиксированного эпицентра сильнейшего землетрясения, произошедшего на Средних Курилах 15.11.2006 г. Поселок был основан в 1978 г. на северо-восточном побережье кальдерного озера, соединяющегося с проливом Дианы. Размер кальдерного озера ~2 x 4 км, возраст кальдеры – предположительно средний–поздний плейстоцен. С юга пос. Кратерный граничит с подножием не действующего ныне влк. Уратман. Судя по данным обследования макросейсмических эффектов от землетрясений 15.11.2006 г. и 13.11.2007 г., большинство зданий относятся к сооружениям типа Б и В. Все здания сейсмоустойчивы и рассчитаны на сотрясения силой в 8–9 баллов по 12-балльной шкале сейсмической интенсивности MSK-64. Все они построены с середины 1970-х до конца 1980-х годов, т.е. после утверждения ОСР-76 и ОСР-84, по которым Курильские острова относились к 8- и 9-балльной зоне. Начиная с 1995 г., после того как пос. Кратерный был практически покинут, здания и сооружения не отапливались и не эксплуатировались, в результате чего стали очень быстро ветшать. В первую очередь это отразилось на состоянии деревянных домов, которые к моменту землетрясения 2006 г. были частично нарушены. Вместе с тем все здания в пос. Кратерный устояли в ходе землетрясений. Повреждения построек в ходе землетрясений в большинстве случаев соответствуют 1-й, реже 2-й степени. На основании приведенных выше данных можно сделать вывод, что сила сотрясений на севере о-ва Симушир в момент сильнейшего ноябрьского землетрясения не превышала 6–7 баллов.

На о-ве Матуа проведено обследование построек, дорог и военных сооружений. В первый раз мы посетили о-в Матуа в августе 2006 г. Таким образом, у нас была возможность сравнить состояние построек и сооружений на острове до и после Симуширских землетрясений 15.11.2006 г. и 13.01.2007 г. На острове существует множество капитальных японских построек из заливного бетона с арматурой. Часть из них использовалась до недавнего времени (военные покинули остров несколько лет назад). В советский период были построены деревянные здания складов и казарм, кирпичные и шлакоблочные склады. Имеется несколько посадочных полос и хорошо развитая сеть грунтовых дорог (в южной и восточной части).

Все перечисленные постройки расположены на плоской, средне-, позднеплейстоценовой абразионно-аккумулятивной морской террасе высотой 30–40 м. В ее основании находятся лавы, переслаивающиеся морские валунно-галечные отложения и пачки пироклаستيки влк. Сарычева.

На земной поверхности, даже в насыпных грунтах, сейсмовибрационные трещины не были обнаружены. На крутых склонах мы не зафиксировали сейсмогравитационных оползней и обвалов. Лишь вдоль узкой прибрежной полосы наблюдались наибольшие нарушения построек в результате воздействия цунами.

Судя по практическому отсутствию следов повреждений, можно полагать, что интенсивность сотрясений о-ва Матуа во время Симуширских землетрясений 15.11.2006 г. и 13.01.2007 г. была не более 5–6 баллов.

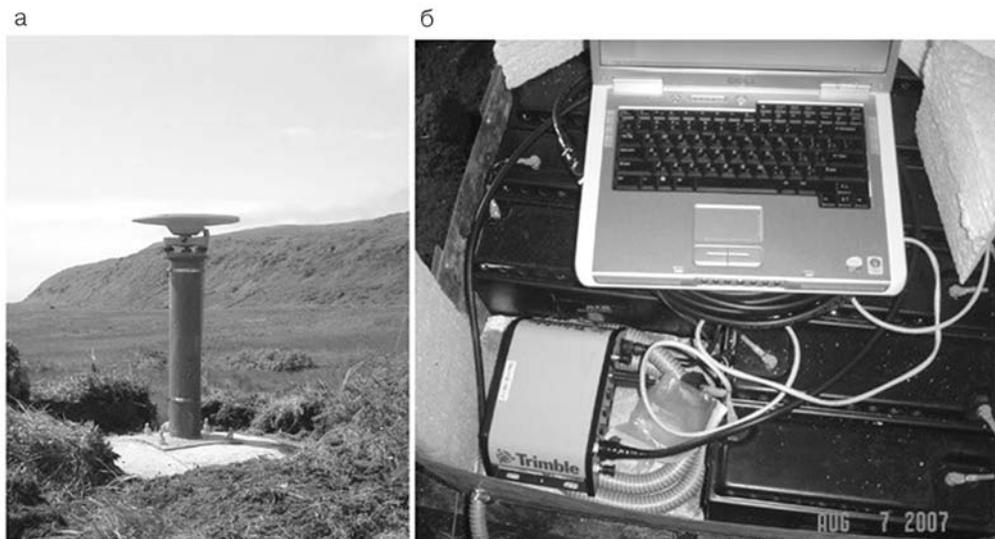
Геодезические наблюдения

Геодинамические исследования с использованием GPS-методов в зоне схождения Тихоокеанской и Североамериканской (Охотской) литосферных плит начаты в 2005 г. наблюдениями на юге о-ва Уруп. В 2006 г. Курильская островная дуга на всем ее простирании охвачена крупномасштабной сетью GPS-наблюдений из 5 пунктов непрерывных и 6 пунктов периодических наблюдений. По результатам повторных измерений для о-ва Уруп получена первая инструментальная оценка скорости тектонических движений: 18 ± 3 мм/год относительно Североамериканской (Охотской) литосферной плиты. Направление смещения совпадает с направлением поддвига Тихоокеанской плиты под Североамериканскую (Охотскую) в глобальной геологической модели Земли NUVEL-1A.

Станциями непрерывных GPS-наблюдений Курильской геодинамической сети и региональными IGS-станциями YSSK (Южно-Сахалинск) и PETS (Петропавловск-Камчатский) зарегистрированы косейсмические смещения земной поверхности в результате сильнейших цунамигенных землетрясений, произошедших восточнее о-ва Симушир 15.11.2006 г. ($M_w = 8,3$) и 13.01.2007 г. ($M_w = 8,1$). Повторными наблюдениями, выполненными летом 2007 г. в ходе второго этапа исследований на пунктах периодической регистрации, ближайших к эпицентральной зоне землетрясений, определен суммарный эффект обоих землетрясений (косейсмический и ранний постсейсмический). На островах Кетой и Матуа (~150 км от эпицентров) горизонтальная подвижка достигает величины 600 мм в юго-восточном направлении.

Решения механизмов очагов для обоих Симуширских землетрясений имеют значительный разброс у разных международных сейсмологических агентств. Выделить ту или иную нодальную плоскость сейсморазрыва достаточно сложно. Зафиксированные косейсмические смещения на станциях Курильской геодинамической сети не согласуются ни с одним из рассмотренных сейсмологических решений. Полученные геодезические данные о косейсмических смещениях земной поверхности позволяют выполнить независимую оценку параметров механизмов очагов этих уникальных сейсмических событий на основе непосредственных инструментальных измерений: установить геометрические параметры сейсморазрывов, величину, тип подвижки в очагах и рассчитать деформации земной поверхности эпицентральных зон для моделирования источника цунами.

Для изучения постсейсмической релаксации напряжений в эпицентральной зоне Симуширских землетрясений в 2007 г. на островах Кетой и Матуа дополнительно установлены автономные GPS-станции непрерывной регистрации с годовым запасом батарейного питания. Станции оборудованы GPS-приемниками Trimble NetRS с антеннами Zephyr Geodetic. Пункты непрерывных наблюдений представляют собой металлические пилоны высотой около 1 м с принудительной центрировкой антенн. Кроме того, на о-ве Симушир заложен новый пункт периодических GPS-наблюдений.



Автономная GPS-станция непрерывной регистрации (о-в Магуа): а) пилон с антенной; б) контейнер с GPS-приемником и батарейным питанием

Последующие наблюдения на пунктах Курильской геодинамической сети позволяют установить вариации скоростей тектонических движений, связанные с накоплением и сбросом напряжений в зонах подготовки и реализации сильных землетрясений, а также получить первые сведения о межсейсмических скоростях современных движений в зоне конвергенции Североамериканской (Охотской) и Тихоокеанской литосферных плит.

Гидрофизические исследования

Для разработки методик обнаружения подводных акустических шумов сейсмического происхождения использована новая гидрофонная станция, созданная в ИМГиГ. Гидроакустические сигналы регистрировались на якорных стоянках при глубинах 20–25 м у островов Уруп, Симушир (бухта Душная, перешеек Косточко), Кетой (бухта Южная). Исследования шумов в условиях островных шельфовых зон Средних Курил показали:

1) с помощью простых гидрофонных станций, т.е. приемников, не обладающих пространственной селекцией (которая, как известно, улучшает отношение сигнал/помеха), в этих районах возможен поиск сигналов геоакустической природы на фоне помех, создаваемых прибоем, ветровым волнением и судовыми шумами;

2) в период наблюдений в районе отсутствовала интенсивная геоакустическая эмиссия – краткосрочный предвестник сильного землетрясения. По данным Сахалинского филиала геофизической службы РАН, 08–13.07.2007 г. в районе Средних Курил сильные землетрясения ($M_w > 5$) не были зарегистрированы.

Гидрологические измерения также проводились с борта судна. Для этого использовался CTD-зонд фирмы SeaBird Electronics – SBE 19 Plus. Рабочий диапазон 0–3 500 м, частота опроса датчиков 4 Hz. Фиксируемые параметры – электропроводность (соленость расчетным путем), температура, давление. Пробы проводились в диапазоне 0–220 м. Для опускания и подъема прибора использовались ручная лебедка и якорный шпиль судна. Из-за большого ветрового дрейфа судна на станциях и большого угла наклона троса диапазон некоторых измерений сокращался до 160 м. Обработка данных проводилась с учетом коррекции атмосферного давления (глубина), программным обеспечением SBE вводилась поправка на волнение. Замеры производились на 13 станциях.

Вулканологические исследования

Впервые за 25 лет получена детальная информация о современном состоянии вулканов Прево, Заварицкого и Горящая Сопка (о-в Симушир) и Синарка (о-в Шиащкотан).

Влк. Заварицкого (625 м) находится в центральной части о-ва Симушир и состоит из трех вложенных кальдер. Известные исторические извержения, в результате которых образовалось два лавовых купола, происходили в 1920-х и 1957 гг. Атрио последней кальдеры заполнено озером Бирюзовое площадью около 4 км², которое за последние 100 лет неоднократно меняло свои очертания. Эхолотная съемка показала, что уровень озера за последние 50 лет поднялся на 10 м, максимальная глубина составляет 87 м. Подтверждено наличие на дне широкой трещины субмеридионального простирания, выделены участки с интенсивными выходами газов. Описанные в 1940–1950-х годах² группы термальных источников на юго-западном и северном берегу в настоящее время затоплены водами озера. На юго-западном берегу наблюдается слабое парение, песок прогрет от 20 до 91,2°C.

Влк. Синарка (934 м) расположен в северной части о-ва Шиащкотан. На вершине вулкана проведены измерения температуры парагазовых выходов, у большинства она 100–150°C. Температура одной из крупных сольфатар, к которой нам удалось подойти,



Влк. Синарка на о-ве Шиащкотан

² Зеленов К.К., Канакина М.А. Бирюзовое озеро (кальдера Заварицкого) и изменение химизма его вод в результате извержения 1957 г. // Бюл. вулканол. станции. М.: Изд-во АН СССР, 1962. № 32. С. 33-44; Мархинин Е.К., Стратула Д.С. Гидротермы Курильских островов. М.: Наука, 1977. 212 с.; Мархинин Е.К. Извержение вулкана Заварицкого на острове Симушир осенью 1957 г. // Бюл. вулканол. станции. М.: Изд-во АН СССР, 1960. № 29. С. 7-14.

достигала 384°C. На северо-восточном склоне вулкана в долине р. Средняя обследовано сольфатарное поле, на котором выявлены значительные изменения по сравнению с данными Е.К.Мархинина и Д.С.Стратулы, полученными в начале 1960-х годов³. Описанные ими крупные термальные источники Бурлящий и Гейзерный разделились на несколько небольших источников, появился новый источник гейзерного типа, названный Черным Драконом. Он представляет собой котел диаметром более 1 м, из которого с интервалом 10–20 с выплескивается термальная вода и стекает по отложениям гейзерита в небольшой ручеек. Температура термы достигает 93°C, рН воды 7,1. Усиление активности фумарол на влк. Синарка дает возможность предположить, что вулкан вступил в активную стадию и в ближайшем будущем возможны извержения.

Практически все современные вулканы Средних Курильских островов возникли в посткальдерную стадию развития более крупных вулканических построек. Их формированию предшествовали гигантские пемзово-пирокластические извержения. Характер строения почвенно-пирокластического чехла показал, что вулканы Заварицкого и Чиринкотан во второй половине голоцена были чрезвычайно активны – они относятся к числу наиболее активных вулканов Курильских островов. Эти вулканы с высокой частотой (не реже 1 раза в столетие, так как в период покоя почва не успевала образовываться) выбрасывали значительное количество пирокластического материала.

Палеогеографические исследования

На о-ве Матуа были подробно обследованы антропогенные ландшафты, которые активно использовались в первой половине XX в., что позволяет оценить устойчивость и способность восстановления природных ландшафтов при разных типах хозяйственной деятельности. Подобные исследования являются неотъемлемой составляющей комплекса работ по созданию программы устойчивого развития территории.

Асимметрия растительности на о-ве Уруп между охотоморской и тихоокеанской сторонами острова, выделенная ранее на основе данных дистанционного зондирования, полностью подтвердилась. Она заключается в том, что заросли с преобладанием каменной березы распространены преимущественно западнее главного водораздела. По предварительным данным, это связано с климатическими различиями между западным и восточным побережьями.

При исследовании прибрежной полосы на Средних Курилах выявлены различные виды влияния цунами 2006–2007 гг. на прибрежные ландшафты. В результате предварительной обработки выделено три вида воздействия цунами.

Эрозионное разрушение штормовых валов и абразионных уступов приводит к полному разрушению растительного и почвенного покрова. Восстановление ландшафтов на таких участках займет продолжительное время, а отдельные участки, возможно, вообще не восстановятся до первоначального состояния.

Покрытие террасовидных поверхностей морскими отложениями: песками, в отдельных случаях галькой, остатками морской растительности и бревнами. Главным образом происходит уничтожение травянистого покрова. Восстановление первоначальных ландшафтов займет, возможно, 1–2 года.

Засоление почвенного покрова морской водой приводит к высыханию или сильному угнетению травянистой, кустарничковой и древесной растительности. Восстановление травянистого покрова, скорее всего, произойдет за 1 год.

Необходимо отметить, что полевые исследования пространственной структуры ландшафтов на Средних Курильских островах, определившие дешифрировочные признаки различных типов растительного покрова и геоморфологической структуры островов, позволяют повысить достоверность ландшафтного картографирования.

³ Мархинин Е.К., Стратула Д.С. Гидротермы Курильских островов. М.: Наука, 1977. 212 с.



Нарушенные растительные сообщества первой морской террасы бухты Душная, о-в Симушир

Предполагается провести комплексное изучение опорных разрезов голоценовых отложений на островах Симушир, Матуа, Рыпонкича, Расшуа, Уруп, включающее спорово-пыльцевой, диатомовый, радиоуглеродный анализы, выявление химического состава профлювов тефры (микрондальный метод). Будут проанализированы наиболее интересные торфяники на островах Матуа, Уруп, Симушир. Намечено рассмотреть гранулометрический состав цунамигенных песков и определить в них диатомеи и бентосные фораминиферы. Будет изучен состав диатомовых комплексов из водоемов различного типа, в том числе из озер, которые затоплялись в то время.

Экологические исследования

Анализ первых натурных обследований растительности о-ва Симушир в первый вегетационный сезон после воздействия цунами 15.11.2006 г. и 13.01.2007 г. позволил сделать ряд выводов. Получены показательные данные реакции отдельных видов растений различных жизненных форм на действие мощной волны, не только обладающей механической разрушительной силой, но и вызывающей непродолжительное засоление, меняющей гидрологический режим и эдафические условия местообитания.

Результаты исследований также показали, что отдельные виды могут служить яркими индикаторами влияния цунами. Так, нам удалось выявить виды, наиболее чувствительные к механическому и физико-химическому воздействию катастрофической морской волны – многолетнезимнезеленые стланики и кустарнички: *Pinus pumila* (Pall.) Regel и *Phyllodoce aleutica* (Spreng.) A.Heller. Характер повреждения растений выражается в разрыве скелетных осей, нарушении корневой системы, отмирании листьев, в особенности многолетних. Эти факты позволяют более четко определить линию затопления и высоту заплеска цунами.

Получены важные результаты в выявлении индикаторных видов, структурных изменений растительности прибрежной части Курильских островов, определении высоты заплеска волны, восстановлении возможного сценария развития исторических событий, связанных с землетрясениями и цунами.

- ЛЕВИН Борис Вульфович, член-корреспондент РАН*
(Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск);
ФИТЦХЬЮ Бен, доктор,
БУРДЖУА Джоди, доктор (Университет штата Вашингтон, Сизтл);
РЫБИН Александр Викторович, кандидат геолого-минералогических наук
(Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск);
ПИНЕГИНА Татьяна Константиновна, кандидат геолого-минералогических наук
(Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский);
КАЙСТРЕНКО Виктор Михайлович, кандидат физико-математических наук
(Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск);
САСОРОВА Елена Васильевна, доктор физико-математических наук
(Институт океанологии им. П.П.Ширшова РАН, Москва);
РАЗЖИГАЕВА Надежда Глебовна, доктор географических наук
(Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток);
БЕЛОУСОВ Александр Борисович, кандидат геолого-минералогических наук,
КОПАНИНА Анна Владимировна, кандидат биологических наук,
БОРИСОВ Сергей Александрович, доктор технических наук
(Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск);
НОСОВ Михаил Александрович, доктор физико-математических наук
(Московский государственный университет);
ВАСИЛЕНКО Николай Федорович, кандидат технических наук (Институт морской геологии и геофизики
ДВО РАН, Южно-Сахалинск);
ФРОЛОВ Дмитрий Игоревич, кандидат физико-математических наук
(Физико-технический институт им. Иоффе РАН, Санкт-Петербург);
ИВЕЛЬСКАЯ Татьяна Николаевна, кандидат географических наук
(Служба цунами Сахалинской области);
ПРЫТКОВ Александр Сергеевич (Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск);
ЕВДОКИМОВ Юрий Викторович (Институт океанологии им. П.П.Ширшова РАН, Москва);
ЖАРКОВ Рафаэль Владимирович,
КОЗЛОВ Дмитрий Николаевич (Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск);
ГАНЗЕЙ Кирилл Сергеевич (Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток);
КРАВЧУНОВСКАЯ Екатерина Алексеевна (Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН,
Петропавловск-Камчатский);
ЧИБИСОВА Марина Владимировна
(Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск);
ЧИРКОВ Сергей Анатольевич
(Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский);
НЮШКО Татьяна Игоревна (Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск);
ХАРЛАМОВ Андрей Александрович (Институт океанологии им. П.П.Ширшова РАН, Москва);
КОРОТЕЕВ Игорь Геннадьевич (Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск)
B.W.LEVIN (Institute of Marine Geology and Geophysics, FEB RAS, Yuzhno-Sakhalinsk);
B.FITZHUGH, J.BOURGEOIS (University of Washington, Seattle);
A.V.RYBIN (Institute of Marine Geology and Geophysics, FEB RAS, Yuzhno-Sakhalinsk);
T.K.PINEGINA (Institute of Volcanology and Seismology, FEB RAS, Petropavlovsk-Kamchatskii);
V.M.KAISTRENKO (Institute of Marine Geology and Geophysics, FEB RAS, Yuzhno-Sakhalinsk);
E.V.SASOROVA (Shirshov Institute of Oceanology RAS, Moscow);
N.G.RAZZHIGAEVA (Pacific Institute of Geography, FEB RAS, Vladivostok);
A.B.BELOUSOV, A.V.KOPANINA, S.A.BORISOV
(Institute of Marine Geology and Geophysics, FEB RAS, Yuzhno-Sakhalinsk);
M.A.NOSOV (Lomonosov Moscow State University, Moscow);
N.F.VASILENKO (Institute of Marine Geology and Geophysics, FEB RAS, Yuzhno-Sakhalinsk);
D.I.FROLOV (Ioffe Physics-Technical Institute RAS, Saint-Petersburg);
T.N.IVELSKAYA (Tsunami Survey of Sakhalin Region);
A.S.PRYTKOV (Institute of Marine Geology and Geophysics, FEB RAS, Yuzhno-Sakhalinsk);
Yu.V.EVDOKIMOV (Shirshov Institute of Oceanology RAS, Moscow);
R.V.ZHARKOV, D.N.KOZLOV (Institute of Marine Geology and Geophysics, FEB RAS, Yuzhno-Sakhalinsk);
K.S.GANZEY (Pacific Institute of Geography, FEB RAS, Vladivostok);
E.A.KRAVCHUNOVSKAYA (Institute of Volcanology and Seismology, FEB RAS, Petropavlovsk-Kamchatskii);
M.V.CHIBISOBA (Institute of Marine Geology and Geophysics, FEB RAS, Yuzhno-Sakhalinsk);
S.A.CHIRKOV (Institute of Volcanology and Seismology, FEB RAS, Petropavlovsk-Kamchatskii);
T.I.NUSHKO (Institute of Marine Geology and Geophysics, FEB RAS, Yuzhno-Sakhalinsk);
A.A.KHARLAMOV (Shirshov Institute of Oceanology RAS, Moscow);
I.G.KOROTEEV (Institute of Marine Geology and Geophysics, FEB RAS, Yuzhno-Sakhalinsk)