

КОМПЛЕКСНАЯ (КАТАСТРОФИЧЕСКИЕ ВУЛКАНИЧЕСКИЕ + СИЛЬНЕЙШИЕ СЕЙСМИЧЕСКИЕ СОБЫТИЯ) ЭЛЕКТРОННАЯ БАЗА ДАННЫХ КАК ОСНОВА ДЛЯ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ГЕОДИНАМИЧЕСКОЙ ПАРАДИГМЫ (НА ПРИМЕРЕ ПАЦИФИКИ).

*Викулин А.В.¹, Мелекесцев И.В.¹, Гусяков В.К.²,
Акманова Д.Р.¹, Осипова Н.А.¹*

¹ *Институт Вулканологии и Сейсмологии ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский,
vik@kscnet.ru*

² *Институт Вычислительной Математики и Математической Геофизики СО РАН,
г. Новосибирск gvk@sscc.ru*

Введение

С целью изучения закономерностей геодинамических процессов, на основании известных мировых и региональных каталогов сейсмических событий и вулканических извержений, была создана единая электронная база данных землетрясений и вулканических извержений. База содержит данные о землетрясениях планеты за последние 4,1 тыс. лет: известные данные о землетрясениях за 2150 г. до н.э. – 1899 г. и данные о землетрясениях с $M \geq 6$ в 1900-2008 гг., всего событий $n = 12393$; и известные данные об извержениях 630 вулканов мира, извергавшихся 6499 раз за последние 12 тыс. лет 9650 г. до н.э. – 2008 г., с $1 \leq W \leq 7$. В соответствии со шкалой принятой в Smithsonian Institution, $W = 1, 2, 3, \dots, 7$ соответствует объемам изверженного материала равным: 10^{4-5} , 10^{5-6} , 10^{6-7} , ..., 10^{10-11} м^3 соответственно. Все данные в базе характеризуются: датой (год, месяц, день); временем (час, минута, секунда - для землетрясений); координатами (очага землетрясения или вулкана) в долях градуса долготы и широты; глубиной очага (для извержений принята за «0»); энергетической характеристикой: магнитудой M - для землетрясений и W - для извержений; названия вулканов [1-4; 6,7].

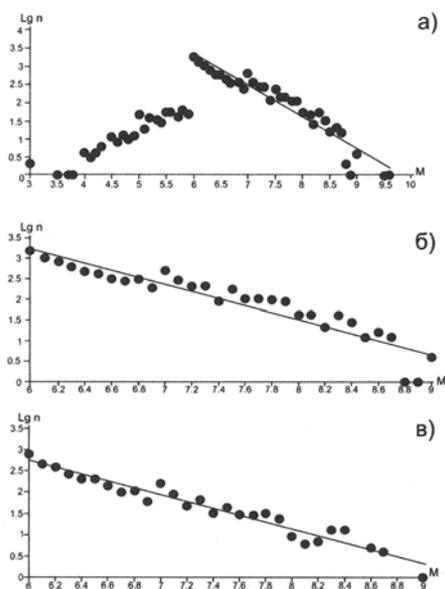


Рис. 1. Графики повторяемости землетрясений: а) все имеющиеся землетрясения в базе 2150 г. до н.э. – 2008 г.; б) землетрясения окраины Тихого океана с $M \geq 6$, 648-2008 гг.; в) землетрясения северо-западной окраины Тихого океана (Японские и Курильские острова, п-ов Камчатка, Алеутские острова и п-ов Аляска) с $M \geq 6$, 648-2008 гг.

Первые результаты обработки базы данных

1. Проведен анализ распределения чисел сейсмических и вулканических событий по соответствующим энергетическим характеристикам. Строились графики повторяемости землетрясений и вулканических извержений, представленные на рис. 1,2.

Из данных, представленных на рис.1,2 видно, что числа землетрясений и вулканических извержений распределены согласно единому закону повторяемости, с углами наклонов $0,9 \pm 0,3$ для землетрясений и $0,5 \pm 0,1$ для вулканических извержений. Полученное нами среднее значение угла наклона графиков повторяемости вулканических извержений, согласно работам [5, 8], можно рассматривать как подтверждение ранее сделанных ими выводов о существовании закона повторяемости вулканических извержений и, следовательно, рассматривать параметр W как энергетическую характеристику извержения вулкана.

2. Исследовалось распределение чисел сейсмических событий и вулканических извержений по временным интервалам между ними. Детальный анализ, проведенный в пределах разных по величине пространственно-временных выборок,

показал, что повторяемости землетрясений и вулканических извержений заключены в больших диапазонах 80-1000 и 180-3000 лет соответственно (рис.3).

Как видно из данных на рис.3, наибольшие амплитуды, имеют «основные» сейсмические 260 ± 40 и вулканические 240 ± 20 лет периоды.

3. Исследовались процессы миграции сейсмической и вулканической активности вдоль окраины Тихого океана в разных «энергетических» M и W диапазонах. Расположение очагов землетрясений и вулканических извержений вдоль узких параллельных друг другу зон позволяет процессы миграции исследовать на плоскостях с осями расстояние вдоль дуги L - время t . В качестве расстояния вдоль дуги нами выбрана линия, примерно совпадающая с осями глубоководных желобов и границами тектонических плит, общая протяженность которой составляет $L_{max} \approx 45000$ км [4].

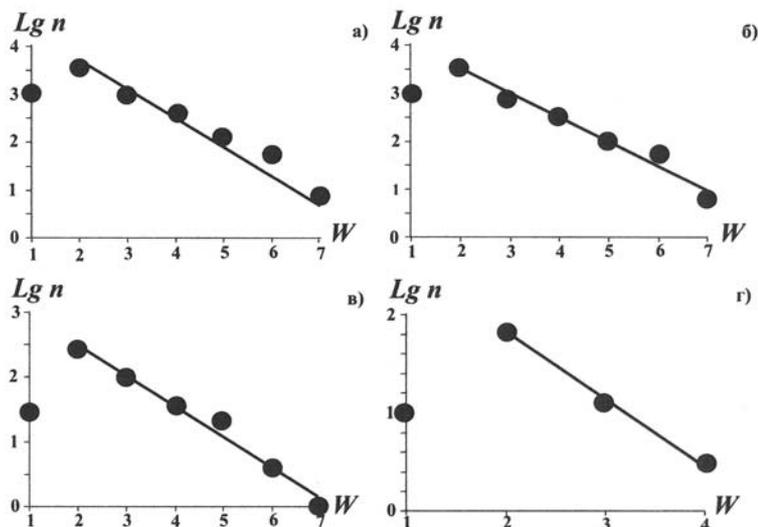


Рис. 2. Графики повторяемости вулканических извержений: а) извержения вулканов мира 9650 г. до н.э. – 2008 г.; б) извержения вулканов окраины Тихого океана 9650 г. до н.э. – 2008 г.; в) извержения вулканов Камчатки; г) извержения вулкана Ключевского (1697 – 2005 гг.)

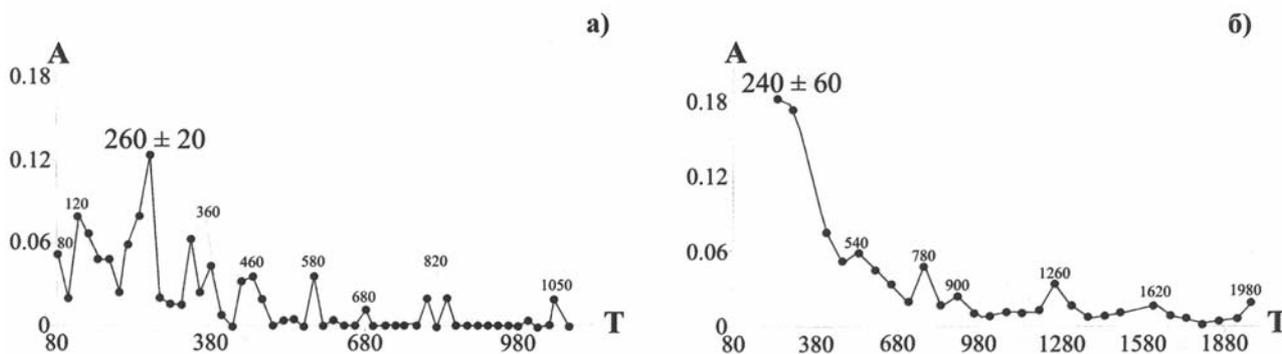


Рис.3. Интенсивности выявленных «сейсмических»(а) и «вулканических» (б) периодов (амплитуды соответствующих гармоник). А – нормированные на единицу амплитуды выявленных периодов, t – периоды.

Алгоритм построения миграционных цепочек очагов землетрясений и/или вулканических извержений сводился к следующему: для каждого i -го события каталога с координатой L_i и временем t_i в каталоге ищется такое событие $i+1$, координата и время которого удовлетворяли условиям $L_{i+1} \geq L_i, t_{i+1} \geq t_i$. Примеры некоторых из полученных миграционных цепочек представлены на рис.4., а их параметры – в таблице.

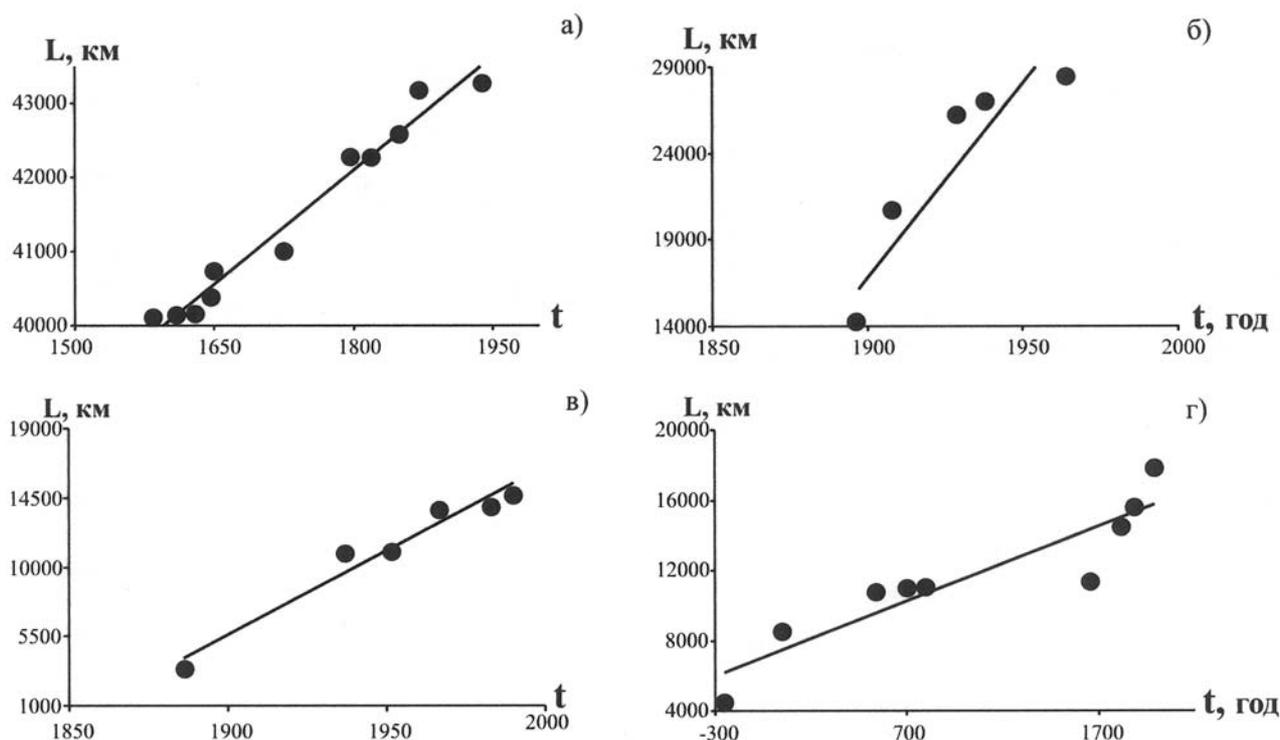


Рис. 4. Примеры полученных миграционных цепочек очагов сильнейших землетрясений с $M \geq 7.5$ (а), $M \geq 8.5$ (б) и вулканических извержений с $W \geq 4$ (в), $W \geq 6$ (г) вдоль окраины Тихого океана. L – расстояние вдоль окраины Тихого океана, в км.

Таблица. Параметры выявленных цепочек миграции очагов землетрясений с $M \geq 7.5$ и с $M \geq 8.5$ и вулканических извержений с $W \geq 4$ и $W \geq 6$.

Энергетическая характеристика		n	ΔT , [год]	ΔL , [км]	V , [км/год]	min и max значения V , [км/год]
$M \geq 7.5$	а	11	355	3163	$10 \pm 0,6$	4 – 3700
$M \geq 8.5$	б	6	67	14224	224 ± 46	
$W \geq 4$	в	6	104	11217	$109 \pm 11,3$	2 - 130
$W \geq 6$	г	9	2241	13331	$4,3 \pm 0,7$	

Примечание: n – количество событий в миграционной цепочке; ΔT и ΔL – продолжительность и протяженность миграционных цепочек; V – скорости миграции в цепочках, определенные методом наименьших квадратов.

Как видим, диапазоны скоростей миграции очагов землетрясений и извержений вулканов «перекрываются». Полагая значения n , ΔT , ΔL , полностью определяющие параметры цепочек, независимыми можно показать, что вероятности существования миграционных цепочек очагов землетрясений и извержений вулканов, независимо от диапазонов M и W , близки к единице. Другими словами, явление миграции очагов землетрясений и извержений вулканов является закономерным процессом.

Выводы

Составленная авторами электронная база содержит известные данные о землетрясениях $N = 12\,393$ за последние 4,1 тыс. лет и вулканических извержений $N = 6499$ вулканов мира $n = 630$ за последние за 12 тыс. лет. Большое количество событий в базе обеспечивает надежность статистических оценок.

Единый формат базы для землетрясений и извержений вулканов позволяет, с использованием математических методов, решать различные геодинамические задачи.

С помощью методов математической статистики были определены скорости миграции очагов землетрясений и вулканических извержений в пределах окраины Тихого океана в широком диапазоне магнитуд M и объемов W .

Полученные авторами в последние годы предварительные результаты исследований, показали, что сейсмический и вулканический процессы, рассматриваемые в масштабе Пацифики, имеют близкие «энергетические», временные и пространственно-временные, «статические» и «динамические» характеристики. Это позволяет сейсмичность, вулканизм и тектонику в зонах перехода океан-континент интерпретировать как проявления в разных геофизических полях единого геодинамического планетарного процесса.

Список литературы

1. Акманова Д.Р. Пространственно-временные закономерности распределения вулканической активности окраины Тихого океана за последние 12 тыс. лет. // Материалы ежегодной конференции, посвященной Дню Вулканолога 28–31 марта 2007 г., 263–273 стр.
2. Акманова Д.Р. Особенности вулканической активности окраин Тихого океана за последние 12 тыс. лет // Геофизический мониторинг и проблемы сейсмической безопасности Дальнего Востока России. Труды региональной научно–технической конференции. 11–17 ноября 2007. Т. 2. Петропавловск–Камчатский: КФ ГС РАН. 2008. С. 151 – 155.
3. Викулин А.В. Мир вихревых движений. П.-К.: КамчатГТУ. 2008.
4. Викулин А.В., Водинчар Г.М., Мелекесцев И.В. и др. Моделирование геодинамических процессов окраины Тихого океана // Солнечно–земные связи и предвестники землетрясений. Сборник докладов IV международной конференции 14–17 августа 2007 г. ИКИР ДВО РАН. 2007. С. 275 – 280.
5. Голицын Г.С. Объяснение зависимости частота – объем извержений вулканов // ДАН. Геофизика. 2003. – Т. 390. – № 3. – С. 394–396.
6. Осипова Н.А. Определение скоростей миграции тихоокеанских землетрясений в области магнитуд $M > 8.0$ // Материалы ежегодной конференции, посвященной Дню Вулканолога 28–31 марта 2007 г., 183–190 стр.
7. Осипова Н.А. О миграции тихоокеанских землетрясений в области магнитуд $M > 8$ // Геофизический мониторинг и проблемы сейсмической безопасности Дальнего Востока России. Труды региональной научно–технической конференции. 11–17 ноября 2007. Т. 2. Петропавловск–Камчатский: КФ ГС РАН, 2008. С. 196–199.
8. Токарев П.И. Характеристика и повторяемость вулканических извержений // Вулканология и сейсмология. 1987. № 6. С. 110 – 118.