

I.11. Сейсмический мониторинг вулканов Камчатки

С.Л. Сеников, И.Н. Нуждина, В.Н. Чебров

По состоянию на 2004 г. телеметрическая сеть КОМСП ГС РАН (табл. 17, рис. 29) позволяла проводить сейсмический мониторинг вулканов Камчатки в режиме близком к реальному времени с разной степенью детальности. Наиболее детальные наблюдения проводились для Северной (вулканы Шивелуч, Ключевской, Безымянный, Крестовский, Ушковский, Плоский Толбачик) и Авачинской (вулканы Авачинский, Корякский) групп вулканов (рис. 32 и 33 соответственно). Для этих групп вулканов составлялись отдельные каталоги землетрясений с помощью адаптированных программ расчетов параметров вулканических событий, использующих локальные годографы. Вблизи вулканов Кизимен, Карымский, Горелый, Мутновский и Алаид установлено только по одной сейсмической станции, что позволило фиксировать слабые локальные землетрясения этих вулканов, но не позволило определять их пространственное положение и составлять отдельные каталоги. Поэтому более сильные землетрясения в районе этих вулканов (обычно с классом $K_S \geq 6.0$, $ML = 2.3$) фиксировались в оперативном каталоге Камчатки и Командорских островов в соответствии с принятой методикой обработки, а для более слабых событий проводился только подсчет их количества.

В табл. 18 приведены сведения о вулканах, для которых проводился сейсмический мониторинг. В 2004 г. были активны вулканы Шивелуч, Ключевской, Безымянный и Карымский.

На *вулкане Шивелуч* наблюдалась интенсивная сейсмическая активность, связанная с продолжением роста нового купола, появление которого впервые было отмечено 12 мая 2001 г. Наибольшая активность наблюдалась в январе и мае 2004 г. В течение всего года по спутниковым данным наблюдалась термальная аномалия, свидетельствующая о постоянном выходе на поверхность горячего магматического материала, а также вулканическое дрожание. По визуальным и видео данным были зафиксированы газо-пепловые выбросы высотой до 12 км над уровнем моря. При отсутствии видимости предположение о возможности газо-пеплового выброса делалось на основании изучения спектральных особенностей сейсмического сигнала, а возможная высота выброса определялась по амплитуде и продолжительности сейсмического сигнала с использованием базы эталонов сигналов.

Самым значительным вулканическим событием по сейсмическим данным была зарегистрированная 9 мая 2004 г. с 13^h10^m до 20^h10^m Гринвичского времени серия поверхностных сейсмических событий с амплитудой до 15 мкм/с по станции SVL, вероятно, сопровождавшая мощную парогазовую эмиссию до 8000–10000 м над уровнем моря с отдельными пепловыми выбросами. По данным видеонаблюдений до 16^h30^m было темное время суток, а с 16^h30^m до 22^h40^m наблюдалась парогазовая эмиссия с отдельными пепловыми выбросами до 7500 м над куполом. Также наблюдалось парение у подножия склона вулкана, что свидетельствовало о возможном сходе грязевых потоков. По спутниковым данным удалось проследить распространение пеплового облака на восток на расстояние более 300 км.

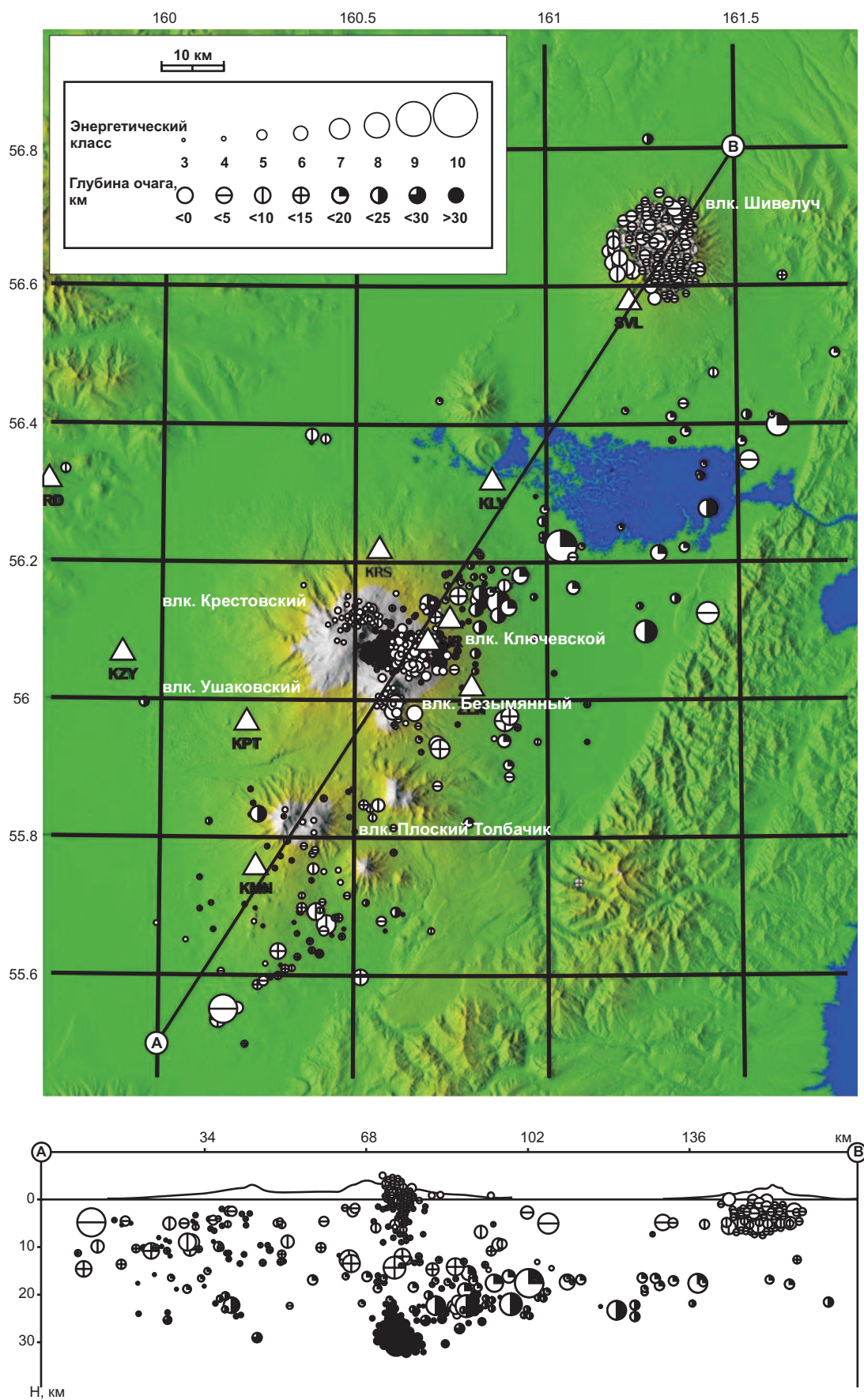


Рис. 32. Карта эпицентров землетрясений в районе Северной группы вулканов в 2004 г. и проекция очагов на вертикальный разрез А-В

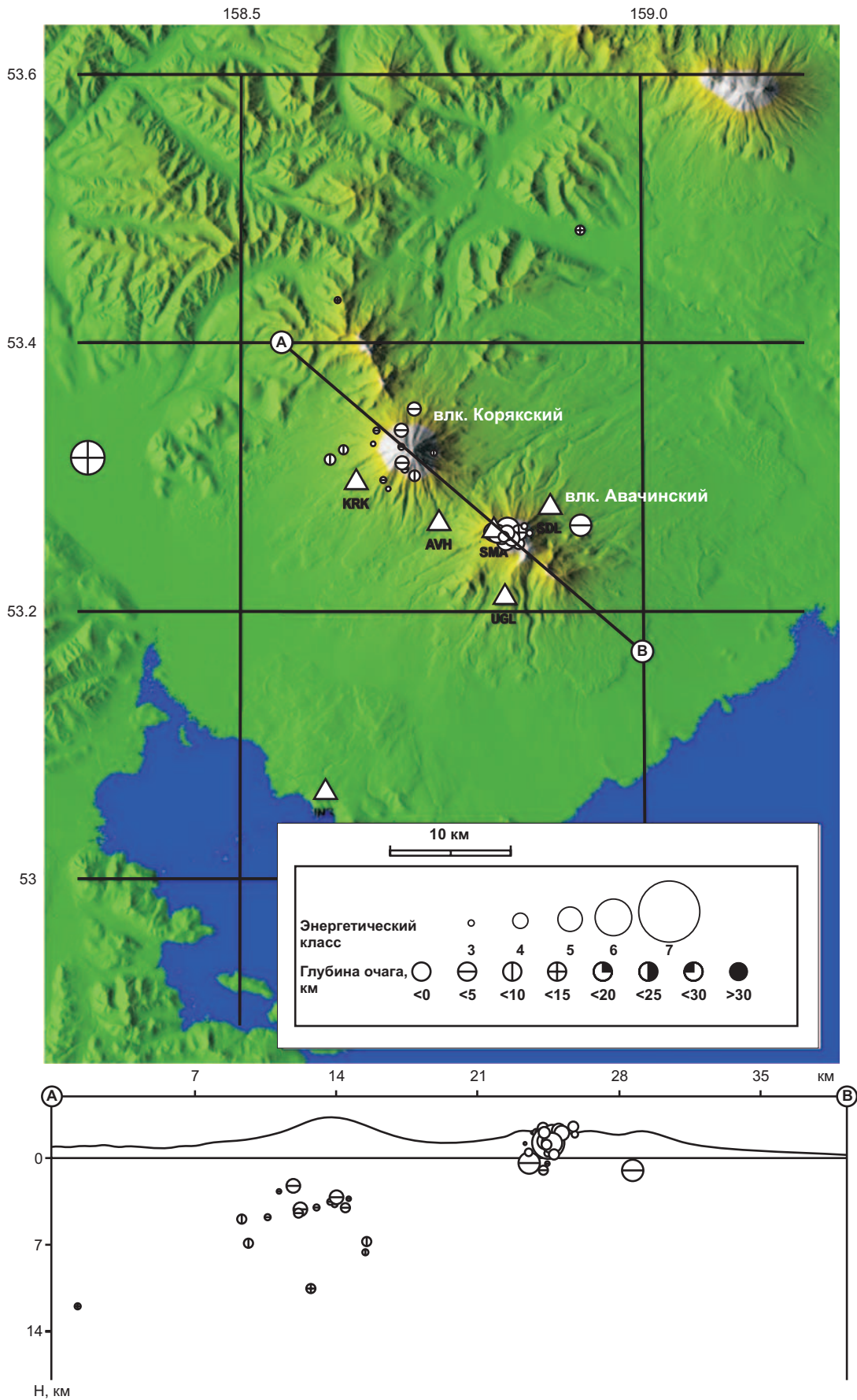


Рис. 33. Карта эпицентров землетрясений в районе Авачинской группы вулканов в 2004 г. и проекция очагов на вертикальный разрез А-В

Таблица 18. Сведения о вулканах Камчатки, для которых проводился сейсмический мониторинг

Название вулкана	Координаты вершины		Абсолютная высота вершины, м	Диаметр кратера, м
	φ, ° 'N	λ, ° 'E		
Авачинская группа вулканов				
Авачинский	53° 15'	158° 50'	2741	350
Корякский	53° 19'	158° 43'	3456	
Северная группа вулканов				
Шивелуч	56° 38'	161° 19'	2500	
Ключевской	56° 04'	160° 38'	4750	700
Безымянный	55° 58'	160° 35'	2869	
Крестовский	56° 07'	160° 30'	4108	
Ушковский	56° 04'	160° 28'	3943	
Плоский Толбачик	55° 49'	160° 22'	3085	
Остальные вулканы				
Кизимен	55° 08'	160° 20'	2375	
Карымский	54° 03'	159° 26'	1536	250
Горелый	52° 33'	158° 02'	1829	
Мутновский	52° 27'	158° 12'	2323	
Алаид	50° 86'	155° 55'	2239	

Вулкан Ключевской был активен только в начале года, когда регистрировались поверхностные землетрясения и вулканическое дрожание. В январе на вулкане происходили пепловые выбросы, которые были зафиксированы по визуальным и видео данным. Обычно пепловые выбросы были кратковременные (несколько минут) и слабо нагруженные пеплом. Максимальная зарегистрированная высота выбросов – 1000 м над кратером. В январе–феврале фиксировалась термальная аномалия по спутниковым данным, что свидетельствовало о присутствии магмы в центральном кратере. Начиная с конца января – в течение февраля–марта количество поверхностных землетрясений стало постепенно уменьшаться. Появились землетрясения с промежуточной глубиной очага 0–15 км, а впоследствии и более глубокие – с глубиной около 30 км. Все это свидетельствовало о постепенном отступлении магмы и прекращении вулканической активности. Начиная с середины мая и до конца года в районе вулкана Ключевской фиксировались практически только землетрясения с глубиной около 30 км и вулкан был спокоен.

В течение исследуемого периода времени **вулкан Безымянный** извергался два раза. Перед январским извержением удалось зафиксировать только одно землетрясение с $K_S=6.0$ (9 января). Более слабые землетрясения невозможно было обработать из-за сильного вулканического дрожания вулкана Ключевской. Это связано с тем, что ближайшие к вулкану Безымянный телеметрические станции расположены на склоне вулкана Ключевской. По данным сейсмического мониторинга, извержение началось 13 января в 22^h53^m и продолжалось несколько часов. По данным видеонаблюдений, с 22^h55^m на вулкане регистрировались газо-пепловые выбросы на высоту до 6000 м над уровнем моря и пепловый шлейф, который распространялся на северо-восток. Второе извержение произошло в июне 2004 г. К этому времени вулкан Ключевской успокоился, и вулканическое дрожание этого вулкана не помешало зарегистрировать сейсмическую подготовку перед летним извержением Безымянного. Сейсмическая активность превысила фоновый уровень 2 июня 2004 г., о чем было дано предупреждение. И в дальнейшем наблюдалось постепенное увеличение количества и энергии поверхностных землетрясений. За три дня до извержения (15 июня) стало наблюдаться резкое увеличение количества сейсмических сигналов, которые могли сопровождать сход обломочных лавин. На основании этих данных был дан прогноз о времени начала возможного

извержения в ближайшие 5 дней, который впоследствии оправдался. По сейсмическим данным, извержение произошло 18 июня с 19^h40^m до 20^h20^m. По визуальным данным, вулкан открылся в 20^h30^m и на нем наблюдались газо-пепловые выбросы высотой до 8000 м над уровнем моря. Спутниковые данные позволили проследить распространение пеплового облака на расстояние более 2000 км в восточном направлении.

В 2004 г. продолжал извергаться *вулкан Карымский* (по наиболее распространенному общему мнению извержение началось 1 января 1996 г.). На рис. 34 показано количество локальных ($2 \leq K_S \leq 6$) поверхностных землетрясений, большинство из которых – взрывы в кратере. График наглядно представляет периоды усиления и ослабления активности вулкана. Также фиксировались сейсмические события, обычно сопровождавшие пепловые выбросы высотой от 500 до 2000 м над кратером. Несколько раз в течение исследуемого периода наблюдались короткие паузы затишья (1–2 дня), после которых обычно следовали более мощные пепловые выбросы высотой до 4–5 км над кратером, которые обычно фиксировались на спутниковых снимках. В отсутствие визуальных наблюдений наблюдавшееся несколько раз в течение года появление и рост термальной аномалии свидетельствовало об извержении горячего магматического материала на поверхность.

На остальных вулканах наблюдалась фоновая сейсмичность.

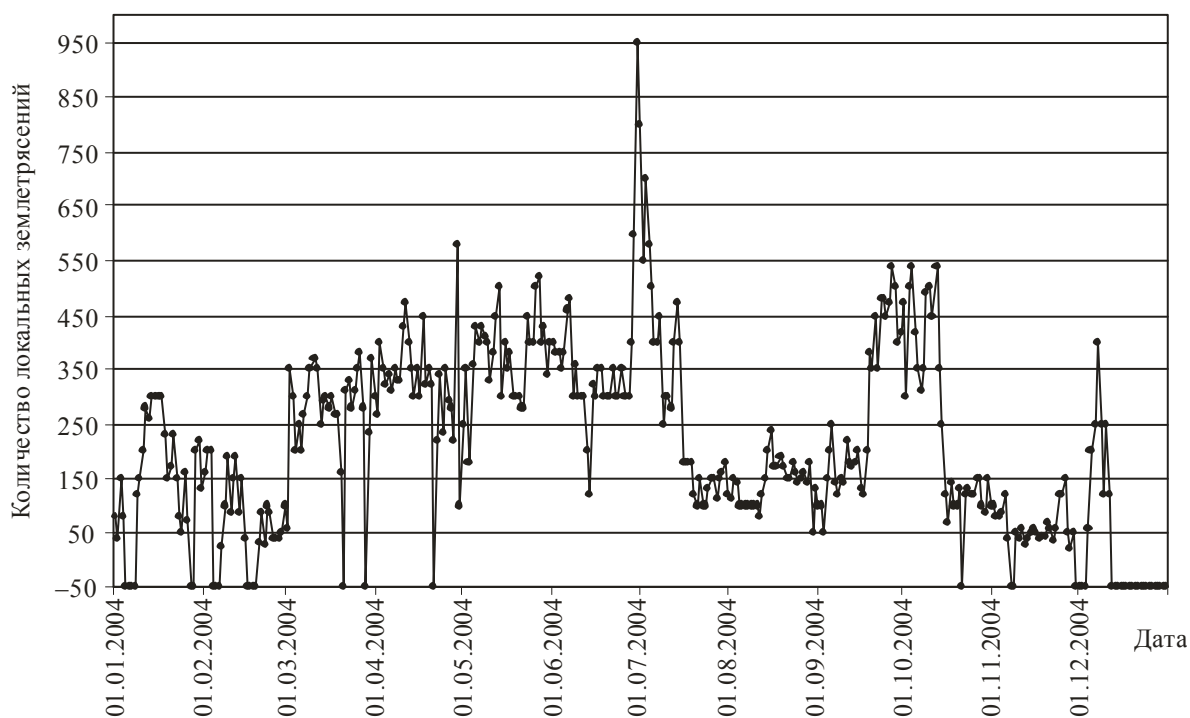


Рис. 34. Сейсмичность вулкана Карымский в 2004 г. по данным сейсмостанции KRY

В печатном варианте раздела II настоящего сборника каталоги землетрясений за 2004 г. публикуются в полном объеме для Авачинской группы вулканов, с $ML \geq 2.5$ – для Северной группы вулканов. В электронном варианте раздела II (на CD-ROM) каталоги землетрясений вулканических районов Камчатки публикуются в полном объеме.