

III. Результаты детального сейсмического мониторинга

III.1. Непрерывные наблюдения

III.1.1. Вулканы Камчатки и вулкан Алаид

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

В 2007 г. телеметрическая сеть КФ ГС РАН 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 и Плоский Толбачик, рис. III.1) и Авачинской (вулканы Авачинский и Корякский, рис. III.2) групп вулканов. В сентябре 2007 г. были введены в систему наблюдений две новые телеметрические станции (BZW и BZG) в районе вулкана Безымянный, что улучшило возможности сейсмических наблюдений для Северной группы. 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 станции, что дает возможность фиксировать слабые локальные землетрясения этих вулканов, но не позволяет определять их пространственное положение и составлять отдельные каталоги. Поэтому более сильные землетрясения этих вулканов (обычно с классом $K_S \geq 6.0$) фиксировались в оперативном каталоге Камчатки и Командорских островов в соответствии с принятой методикой обработки, а для более слабых событий велся только подсчет их количества.

В табл. III.1 приведены сведения о вулканах, для которых проводился сейсмический мониторинг.

Таблица III.1. 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	53.25	158.83	2741	350
Корякский	53.32	158.72	3456	
Северная группа вулканов				
Шивелуч	56.63	161.32	2500	
Ключевской	56.07	160.63	4750	700
Безымянный	55.97	160.58	2869	
Крестовский	56.12	160.50	4108	
Ушковский	56.07	160.47	3943	
Плоский Толбачик	55.82	160.37	3085	
Остальные вулканы				
Кизимен	55.13	160.33	2375	
Карымский	54.05	159.43	1536	250
Горелый	52.55	158.03	1829	
Мутновский	52.45	158.20	2323	
Алаид	50.86	155.55	2239	

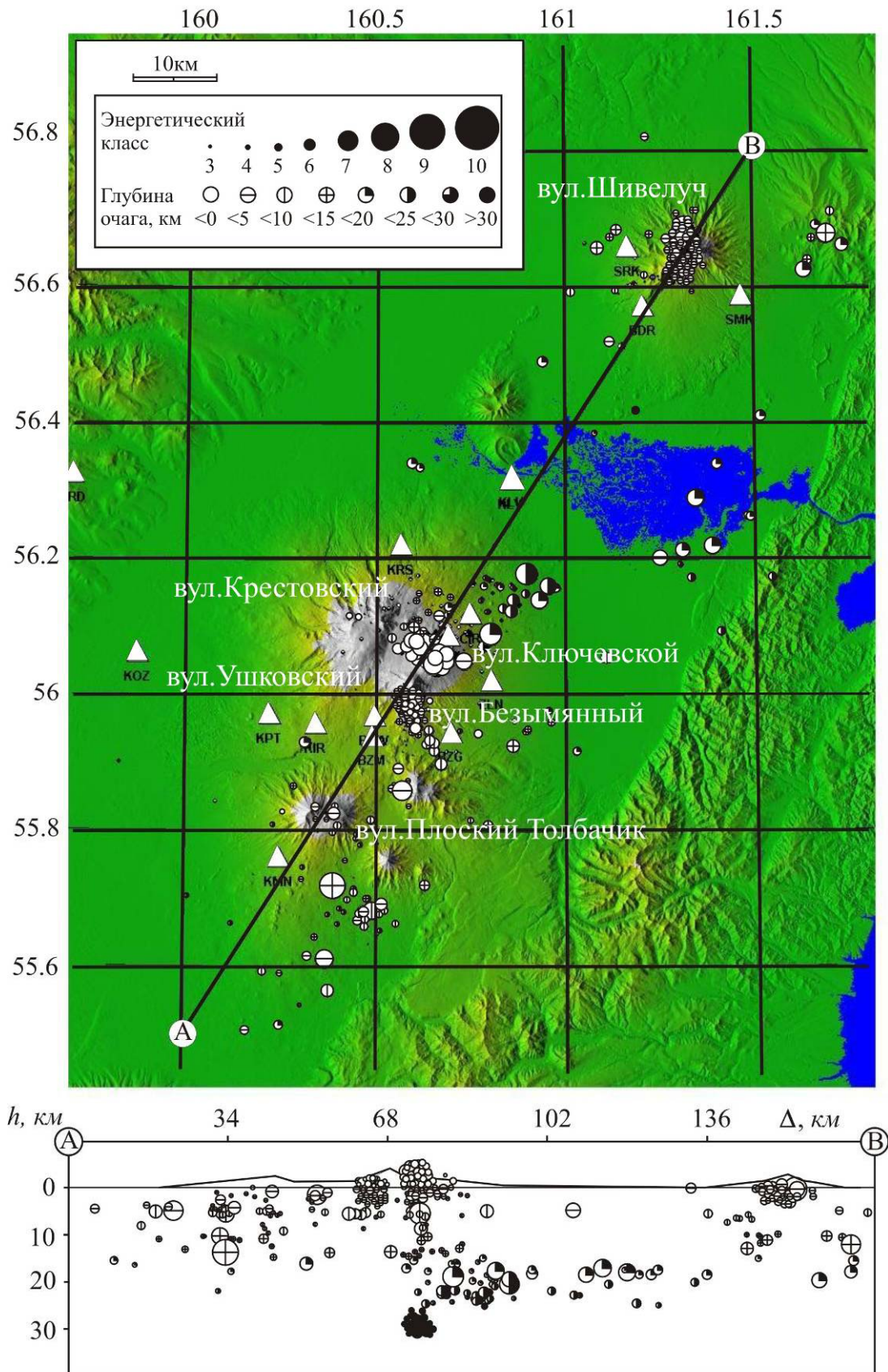


Рис. III.1. Карта эпицентров землетрясений в районе Северной группы вулканов в 2007 г. и проекция очагов на вертикальный разрез А–В

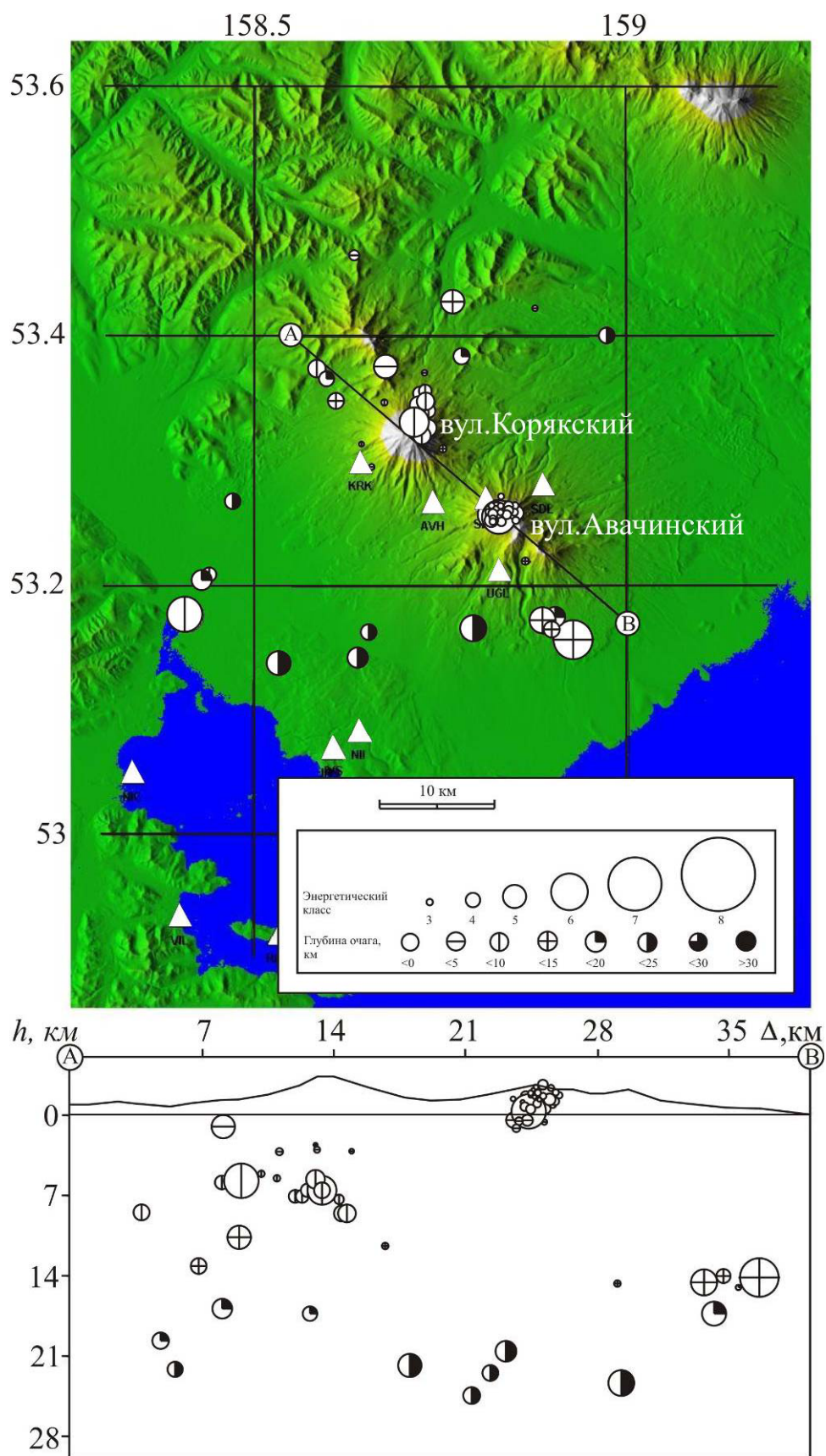


Рис. III.2. Карта эпицентров землетрясений в районе Авачинской группы вулканов в 2007 г. и проекция очагов на вертикальный разрез А–В

В 2007 г. были активны следующие вулканы: Шивелуч, Ключевской, Безымянный и Карымский.

Вулкан Шивелуч – самый северный действующий вулкан Камчатки, расположен в 45 км от пос. Ключи. Ближайшие телеметрические станции (SRK, SMK и BDR, см. табл. I.16) расположены на расстоянии 8.5÷10 км от активного кратера вулкана. Уровень надежной регистрации, определенный с помощью автоматической процедуры программы ZMAP, получился равным классу ~4.5, как и в 2006 году.

В исследуемый период продолжалось извержение вулкана Шивелуч, начавшееся 4 декабря 2006 г. после почти годичного затишья. Извержение сопровождалось большим количеством поверхностных землетрясений и вулканическим дрожанием. В течение всего года по спутниковым данным наблюдалась термальная аномалия на растущем куполе, свидетельствующая о присутствии на поверхности горячего магматического материала.

В 2007 г. на вулкане Шивелуч было локализовано 9422 землетрясения в радиусе 12 км от вулкана – это наибольшее количество, по сравнению с предыдущими годами. При этом было выделено сейсмической энергии в 35 раз больше, чем в 2006 году. Наибольшая активность наблюдалась 29 марта, когда высота пепловых выбросов, по визуальным данным, достигала 10 км над уровнем моря. По спутниковым данным пепловый шлейф от извержения протягивался на расстояние свыше 100 км в северо-восточном направлении. В 2007 г. было передано 138 срочных сообщений о пепловых выбросах (рис. III.3), представляющих опасность для авиации и выделенных по сейсмическим, спутниковым, визуальным или видео-данным.



Рис. III.3. Пепловый выброс высотой 2500 м вулкана Шивелуч 11.07.2007 г. в 02^h10^m Фото Ю.В. Демянчука

Вулкан Ключевской – самый высокий действующий вулкан Курило-Камчатской дуги, расположен в 32 км к юго-западу от пос. Ключи. Ближайшая телеметрическая станция LGN (см. табл. I.16) установлена в 4 км от кратера. Минимальный уровень регистрируемой сейсмичности по этой станции соответствует классу землетрясений 2.2. В исследуемый период в радиусе 7 км от вулкана Ключевской было локализовано 3458 землетрясений. Все землетрясения были разделены по глубине на три группы: «поверхностные» – расположенные в диапазоне глубин от –5 до +5 км, «промежуточные» – от +5 до +20 км и «глубокие» – от +20 до +35 км. Для каждой группы с помощью автоматической процедуры программы ZMAP были определены представительный класс и угол наклона γ . Для поверхностных землетрясений представительный класс получился равным 4.3 при угле наклона $\gamma = -0.40 \pm 0.01$, для глубоких – 4.8 при $\gamma = -2.0 \pm 0.1$. В промежуточном слое наблюдается наименьшее количество землетрясений, уровень надежной регистрации для него равен классу 4.3, угол наклона близок к многолетнему значению $\gamma = -0.5$ для региональных землетрясений Камчатки.

В 2007 г. произошло мощное вершинное извержение вулкана Ключевской. Активизация вулкана началась в середине декабря 2006 года. Перед извержением были зарегистрированы предвестники в виде подъема центра выделенной сейсмической энергии, увеличения амплитуды вулканического дрожания и появления термальной аномалии в районе кратера вулкана. На основании этих данных 20 февраля и 15 марта были переданы прогнозы развития активизации вулкана Ключевской в Камчатский филиал Российского экспертного совета, которые впоследствии в целом оправдались.

Извержение началось 15 февраля, когда на вулкане были отмечены первые слабые пепловые выбросы и свечение в кратере. Максимальная фаза извержения с высотой пепловых выбросов до 10 км над уровнем моря и излиянием трех лавовых потоков наблюдалась в течение мая–июня. Извержение постепенно ослабело и закончилось к середине июля.

Вулкан Безымянный в 2007 г. извергался два раза.

В сентябре 2007 г. в районе вулкана Безымянный были введены в систему наблюдений две новые телеметрические станции (BZG и BZW, см. табл. I.16). Это улучшило возможности сейсмических наблюдений для Северной группы вулканов, по сравнению с 2006 годом. Уровень надежной регистрации, определенный с помощью автоматической процедуры программы ZMAP, равен классу 3.8 при угле наклона $\gamma = -0.82 \pm 0.06$.

Сейсмичность вулкана Безымянный в 2007 г. была типичной для последних лет наблюдений. После периодов покоя наблюдались периоды активизации, которые обычно заканчивались извержениями. В исследуемый отрезок времени вулкан извергался два раза – 11 мая и 14–15 октября. Сейсмичность перед майским извержением не удалось зарегистрировать из-за сильного вулканического дрожания, сопровождавшего мощное извержение вулкана Ключевской. 10 мая на спутниковых снимках было зафиксировано резкое увеличение температуры термальной аномалии, свидетельствующее о том, что горячий материал поднялся к поверхности и извержение вулкана может начаться в ближайшее время. Сотрудниками лаборатории был сделан краткосрочный прогноз времени начала извержения на ближайшие 10 дней, который был передан в Камчатский филиал Российского экспертного совета. По сейсмическим данным можно с некоторой долей условности определить, что максимальная фаза извержения произошла 11 мая с $\sim 14^{\text{h}}45^{\text{m}}$ до $\sim 15^{\text{h}}10^{\text{m}}$.

Сейсмическая подготовка извержения 14–15 октября была очень слабой и кратковременной (два дня). По сейсмическим данным, максимальные фазы извержения произошли 14 октября с $14^{\text{h}}27^{\text{m}}$ до $16^{\text{h}}30^{\text{m}}$ и 15 октября с $02^{\text{h}}23^{\text{m}}$ до $14^{\text{h}}00^{\text{m}}$. Высота пепловых выбросов по визуальным данным достигала 9 км над уровнем моря.

Вулкан Карымский в исследуемый период продолжал извергаться.

Ближайшая телеметрическая станция KRY (см. табл. I.16) расположена на юго-восточном склоне в 1.5 км от кратера, что обеспечивает уровень регистрации по одной станции землетрясений класса 1.0 и выше. Другие телеметрические станции расположены на расстоянии свыше 100 км и могут обеспечить надежное определение параметров землетрясений по трем станциям с занесением в каталог только с класса 6.5. В 2007 г. в радиусе 10 км от вулкана было зарегистрировано только семь землетрясений, поэтому все основные выводы о деятельности вулкана сделаны по данным одной станции KRY. На рис. III.4 показано количество локальных ($2 < K'_S < 6$) поверхностных землетрясений, большинство из которых – взрывы в кратере.

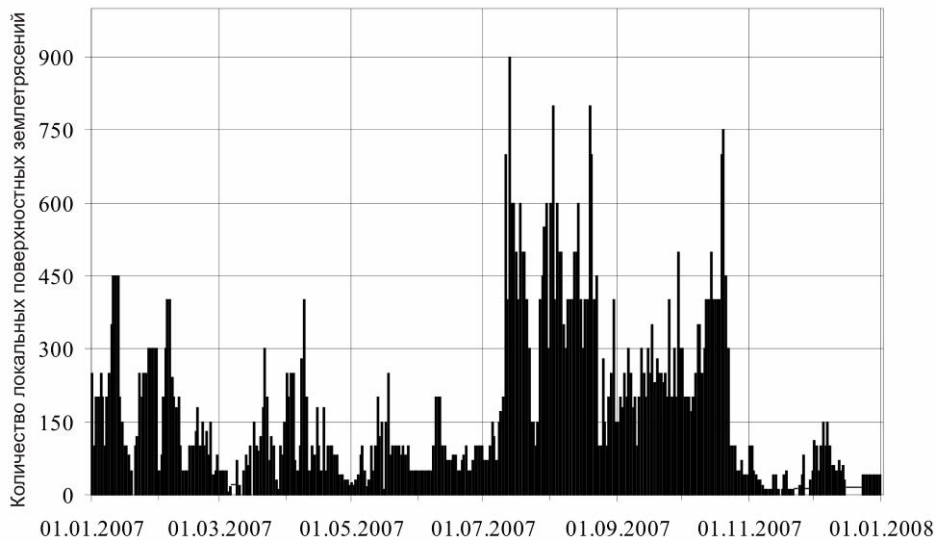


Рис. III.4. Сейсмичность вулкана Карымский в 2007 г. по данным сейсмостанции KRY

График (рис. III.4) наглядно показывает периоды усиления и ослабления активности вулкана. Также фиксировались события, обычно сопровождавшие газо-пепловые выбросы высотой более 1500 м над кратером. Иногда самые большие пепловые выбросы (выше 6000 м не было) удавалось зафиксировать на спутниковых снимках.

На других вулканах наблюдалась «нормальная, фоновая» сейсмичность.

В печатном варианте (раздел V.12 настоящего ежегодника) каталоги землетрясений за 2007 г. публикуются с $ML \geq 1.3$ для Авачинской группы вулканов, с $ML \geq 2.7$ – для Северной группы вулканов. В электронном варианте (раздел V на CD-ROM) каталоги землетрясений вулканических районов Камчатки публикуются в полном объеме.