

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ РАЙОНА СЕВЕРНОЙ ГРУППЫ ВУЛКАНОВ КАМЧАТКИ

О.С. Чубарова, В.Т. Гарбузова, В.И. Горельчик

Рассматривается сейсмичность земной коры в районе Северной группы вулканов Камчатки. В центре района расположена Ключевская группа вулканов, являющаяся самым крупным вулканическим центром в пределах Курило-Камчатского вулканического пояса. В Ключевскую группу входят четыре действующих вулкана - Ключевской, Безымянный, Плоский Толбачик и Ушковский. С запада район ограничен Срединным хребтом, с востока - хребтом Кумроч, на севере расположен активный вулкан Шивелуч, на юге - вулкан Кизимен. При определении координат очагов землетрясений использовалась шестислойная модель земной коры [1]. Энергетический класс K_S определялся по S-волнам по номограмме С.А. Федотова [2]. Описание программы определения параметров гипоцентров землетрясений исследуемого района изложено в [3].

Сейсмичность района. Вся коровая сейсмичность рассматриваемого района в 1993 г. была сосредоточена в нескольких сейсмоактивных зонах (рис. 1, табл. 1), описанных ранее [4].

Три из них (Центральная, Подкова и Апахончич) расположены в пределах вулканической постройки и у подножия Ключевского вулкана. Другие связаны с вулканами Безымянный, Плоский Толбачик и Шивелуч. В 1993 г. были определены гипоцентры 2582 землетрясений с $K_S=5-9$ (табл.1, рис. 2). Из-за большого количества землетрясений значительному числу событий, сопровождавших интенсивную вулканическую деятельность вулканов Ключевского и Шивелуча и зарегистрированных сетью станций [5], были присвоены координаты рассчитанных гипоцентров землетрясений с аналогичной формой записи. Величина энергетического класса в этих случаях оценивалась с точностью $0.5K_S$. Необходимо также отметить, что при существующей сети наблюдений возможны (и наблюдались) пропуски в каталоге землетрясений района в периоды регистрации интенсивного вулканического дрожания и роев землетрясений на вулканах.

Кроме основного каталога вулканических землетрясений при сейсмическом мониторинге вулканической активности используются данные бюллетеней отдельных сейсмостанций для определенных сейсмоактивных зон, существенно увеличивающих представительность материала. Приуроченность землетрясений к той или иной зоне в этом случае определяется приближенно, по характеру записи, с учетом долговременных наблюдений.

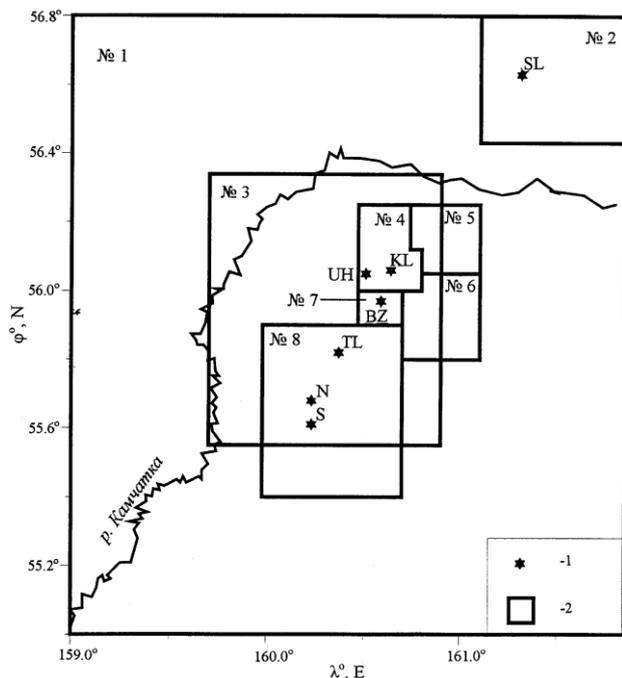
Таблица 1 Распределение числа землетрясений по энергетическим классам K_S , и суммарная сейсмическая энергия ΣE по основным сейсмоактивным зонам.

| Зона | K_{min} | K_S | | | | | N_{Σ} | $N_{\Sigma, h<5}$ | $N_{\Sigma, h\geq 5}$ | $\Sigma E \cdot 10^9,$ Дж |
|------|-----------|-------|-----|------|-----|----|--------------|-------------------|-----------------------|------------------------------|
| | | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | | | |
| 1 | 7 | 40 | 962 | 1052 | 448 | 80 | 2582 | 2411 | 171 | 74.75 |
| 2 | 7 | 36 | 798 | 1021 | 422 | 74 | 2351 | 2334 | 17 | 68.49 |
| 3 | 6 | 4 | 148 | 19 | 6 | 3 | 180 | 38 | 142 | 2.94 |
| 4 | 6 | 2 | 129 | 7 | 3 | | 141 | 24 | 17 | 0.27 |
| 5 | 6 | | 8 | 5 | 2 | | 15 | | 15 | 0.16 |
| 6 | 6 | 1 | 3 | 2 | | 1 | 7 | 1 | 6 | 0.41 |
| 7 | 6 | 1 | 7 | 4 | 1 | 1 | 14 | 11 | 3 | 1.17 |
| 8 | 7 | | | 2 | | 1 | 3 | 1 | 2 | 0.41 |

Примечание. 1 - весь район Северной группы вулканов (55.00-56.80°N, 159.00-161.85°E); 2 - сейсмоактивная зона вулкана Шивелуч; 3 - зона Ключевской группы вулканов (55.55-56.34°N, 159.70-160.95°E); 4 - сейсмоактивная зона вулкана Ключевской; 5 - сейсмоактивная зона Подкова; 6 - сейсмактивная зона Апахончич; 7 - сейсмоактивная зона вулкана Безымянный; 8 - сейсмактивная зона вулкана Плоский Толбачик.

В 1993 г. наблюдалась эруптивная активность трех вулканов - Шивелуча, Ключевского и Безымянного.

Вулкан Шивелуч (№ 2). Наибольшее число землетрясений 1993 г. связано с активностью этого вулкана [табл. 1]. По визуальным данным с середины марта возросло количество взрывов в районе активного купола вулкана Шивелуч. В начале апреля высота газопепловых выбросов над кратером достигала 3 км. 5 апреля начался рой вулканических землетрясений и спазматическое вулканическое дрожание, сопровождавшие экструзивную фазу извержения. Основное количество землетрясений регистрировалось в окружности радиусом 5 км от вершины экструзивного купола. Глубина очагов в большинстве случаев не превышала 3 км, что согласуется с [6]. Пароксизмальная эксплозивная фаза извержения с возникновением пирокластических и грязевых потоков, выпадением пепла в пос. Усть-Камчатск и г. Ключи наблюдалась 22 апреля. Сейсмическая



активность вулкана, связанная с ростом купола, продолжалась, постепенно стихая, до конца года. Наибольшее количество землетрясений с $K_S = 7-9$ было зарегистрировано в сентябре, что совпадало с ускорением роста экструзивного купола. Характер описываемого извержения близок к описанному в [7,8].

Рис.1. Расположение сейсмоактивных зон в районе Северной группы вулканов.

1 - действующие вулканы: SL - Шивелуч, KL - Ключевской, УН - Ушковский, ВЗ - Безымянный, ТЛ - Плоский Толбачик, N - Северный прорыв Большого трещинного Толбачинского извержения 1975-1976 гг. (БТТИ), S - Южный прорыв БТТИ; 2 - границы зон №№1-8.

Вулкан Ключевской (№ 4). В январе - марте основная сейсмическая активность была сосредоточена в локальном объеме под вулканом на глубинах 25-30 км. Всего здесь локализовано 180 гипоцентров землетрясений. Активизация вулкана началась в середине марта. Над кромкой кратера начали появляться пеплогазовые взрывы высотой 1-2 км, постепенно усиливалось вулканическое дрожание. С начала июля наблюдалась подсветка над кратером. 19 июля резко усилилось фонтанирование лавы. Лава заполнила кратер и начала стекать по Крестовскому желобу, вызывая фреатические взрывы на высоту 3-4 км при достижении ледника Эрдмана. Извержение сопровождалось мощным спазматическим дрожанием, вероятно, поэтому число зарегистрированных землетрясений было незначительным. К концу августа интенсивность вулканического дрожания резко уменьшилась. Извержение закончилось в середине сентября.

Вулкан Безымянный (№ 7). В районе вулкана определены гипоцентры очагов 14 землетрясений. Большая часть событий наблюдалась с 21 октября по 4 ноября перед активизацией вулканической деятельности, сопровождавшейся спазматическим вулканическим дрожанием. 29 октября в г. Ключи, расположенном в 50 км от вулкана, наблюдалось выпадение светло-серого пепла. Необычным для этой сейсмоактивной зоны на современном этапе эруптивного цикла является землетрясение 9 ноября 1993 г. с $K_S=9.2$ и глубиной очага 6 км. Возможно, определение эпицентра землетрясения было недостаточно точным из-за особенностей конфигурации сети в это время.

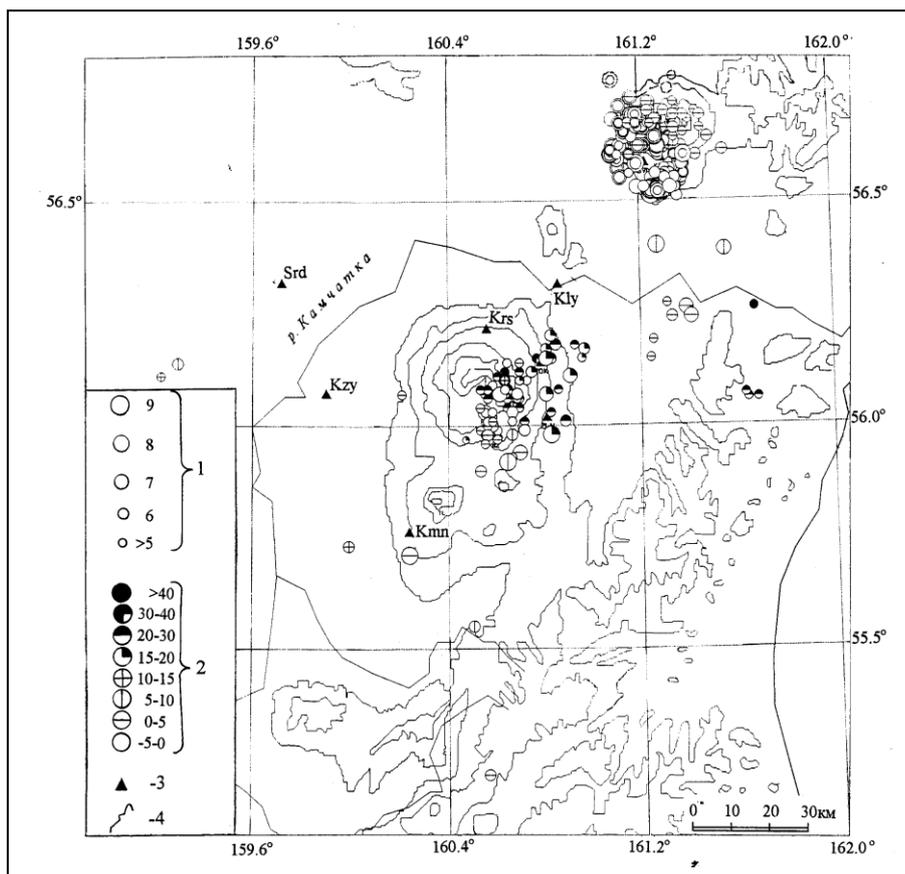


Рис. 2. Карта эпицентров вулканических землетрясений района Северной группы вулканов Камчатки 1 - энергетический класс K_s ; 2 - глубина гипоцентра h , км; 3 - сейсмическая станция; 4 - изолиния рельефа местности.

Л и т е р а т у р а

1. Балеста С.Т. 1981. Земная кора и магматические очаги областей современного вулканизма. М.: Наука. 193 с.
2. Федотов С.А. 1972. Энергетическая классификация Курило-Камчатских землетрясений и проблема магнитуд. М.: Наука. 116 с.
3. Сургучев П.И., Горельчик В.И., Левина В.И., Мячкин В.И. 1992. Массовое определение гипоцентров землетрясений на ЭВМ в районе Северной группы вулканов Камчатки // Вулканология и сейсмология. № 2. С. 50-63
4. Горельчик В.И., Чубарова О.С., Гарбузова В.Т. 1988. Сейсмичность района Северной группы вулканов Камчатки, 1971-1983 гг. // Вулканология и сейсмология. № 1. С. 90-100.
5. Гордеев Е.И., Левина В. И., Чебров В.Н. и др. Землетрясения Камчатки и Командорских островов. Наст. сборник.
6. Горельчик В.И., Гарбузова В.Т., Дрознин Д.В. и др. 1995. Вулкан Шивелуч: глубинное строение и прогноз извержения по данным детальной сейсмичности 1962- 1994 гг. // Вулканология и сейсмология. № 4-5. С. 54-75.
7. Фирстов П.П., Гаврилов В.А., Жданова Е.Ю., Кирьянов В.Ю. 1994. Начало нового экстрезивного извержения вулкана Шивелуч в апреле 1993 г. // Вулканология и сейсмология. № 4-5. С. 33-47.
8. Федотов С.А., Хубуная С.А., Жаринов Н.А. и др. 1995. Извержения вулканов Шивелуч и Ключевской в 1993 г. и их влияние на окружающую среду // Геология и геофизика. Т. 36. № 8. С. 117-131.