

МЕХАНИЗМЫ ОЧАГОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ**З.А. Кальметьева, Н.Н. Полешко, Ш.Ш. Гиязова**

Обзор механизмов очагов землетрясений (МОЗ), так же как и в предыдущие годы [1–5], составлен по результатам работ сейсмологических экспедиций Кыргызстана, Казахстана и Узбекистана. В 1998 г. система наблюдений практически не изменилась [6]. При определении решений МОЗ и составлении их каталога каждая из экспедиций использовала данные наблюдений на своей территории, а также могла использовать данные соседних государств по запросу. Полученные каталоги затем были объединены в сводный каталог Центральной Азии. При этом для приграничных районов решения МОЗ сопоставлялись и выбирались наилучшие. Как и прежде модель источника задавалась двойной парой сил без момента [7], решения записаны для нижней полусферы.

Начиная с 1998 г. в сейсмологической экспедиции Кыргызстана определение решений МОЗ и составление их каталога полностью переведено на компьютер по программе Ризенберга и Оппенгеймера [8], которая использует перебор всевозможных вариантов, сопоставляя их с наблюдаемым полем знаков смещений. Кроме того, для определения углов выхода сейсмических лучей из очага введены новые скоростные разрезы [9, 10], составленные в экспедиции по материалам детальных наблюдений, вместо используемых ранее [11] для территории Ферганской впадины и ее горного обрамления и [12] для восточной части территории Кыргызстана. Эти скоростные разрезы в настоящее время заложены в программу определения основных параметров землетрясений Кыргызстана [13]. Решения МОЗ по новым более высокоскоростным разрезам дают более крутое падение нодальных плоскостей. В целом это не повлияло на тип подвижек. Лишь в одном случае «сдвиг-надвиг» превратился в «сдвиг», согласно новой модели среды.

Картина сейсмичности в 1998 г., по сравнению с таковой в предыдущие годы [14,15], отличается увеличением числа землетрясений с $K_p \geq 9.6$ в окраинных частях рассматриваемой территории и, соответственно, увеличением числа землетрясений, для которых не удалось определить решения МОЗ: из 309 землетрясений с $K_p \geq 9.6$ решения МОЗ определены только для 97 событий [16]. Не определены решения МОЗ для 160 землетрясений в эпицентральной зоне сильного ($K_p=14.8$ [17], $M_w=5.6$ [18]) землетрясения 2 августа в 04^h40^m в приграничной полосе с Китаем и для 26 землетрясений восточнее этой зоны, а также для 23 землетрясений на территории Таджикистана. В значительной мере причиной этому послужило одностороннее расположение сейсмических станций. Так, например, для эпицентров Кок-Шаальских землетрясений вся объединенная сеть наблюдений трех республик лежит в диапазоне азимутов меньше 180° . Кроме того, из-за наложения записей афтершоков не всегда удается увидеть знак первого вступления. Однако довольно часто были ситуации, когда по всем станциям в первых вступлениях наблюдались одноименные знаки. Например, от землетрясения 2 марта в 09^h59^m с $K_p=10.3$ [17] наблюдались только отрицательные знаки первых вступлений, а от землетрясения 4 апреля в 21^h18^m с $K_p=10.9$ [17] – только положительные знаки. Очевидно, что в этом случае решение МОЗ в рамках модели «двойная пара сил» не может быть определено. С другой стороны, нельзя утверждать, что моделями таких событий могут быть схлопывания (все минусы), либо центр расширения (все плюсы), так как для их эпицентров мы имеем одностороннее расположение станций, при этом наименьшее эпицентримальное расстояние составляло 150–200 км, т.е. отсутствовали прямые волны. Следует упомянуть еще об одном землетрясении с $K_p=9.7$, которое произошло 12 июня в 08^h25^m [17] в центральной части рассматриваемой территории. Несмотря на достаточно хорошее окружение эпицентра пунктами наблюдений, знаки первых вступлений оказались отрицательными на всех станциях Кыргызстана и Казахстана.

Ранее в [5] было замечено, что процентное соотношение землетрясений Центральной Азии с разными типами подвижек в очаге меняется от года к году. На карте МОЗ за 1998 г.

(рис. 1) видно явное преобладание механизмов надвигового типа. Обращает на себя внимание еще одна особенность: все эпицентры, кроме нескольких, расположенных к западу от Ташкента, оказались по одну сторону от линии северо-восточного простирания, трассируемой эпицентрами землетрясений с $K_p \geq 9.6$. Если на этой карте оставить только события с $K_p \geq 12$, то все они расположатся примерно вдоль двух направлений: одно из них – северо-восточное, параллельно вышеупомянутой линии, и начинается в эпицентральной зоне самого сильного в 1998 г. землетрясения 2 августа с $K_p=14.8$; другое также начинается в эпицентральной зоне этого сильного землетрясения, но располагается перпендикулярно двум названным линиям.

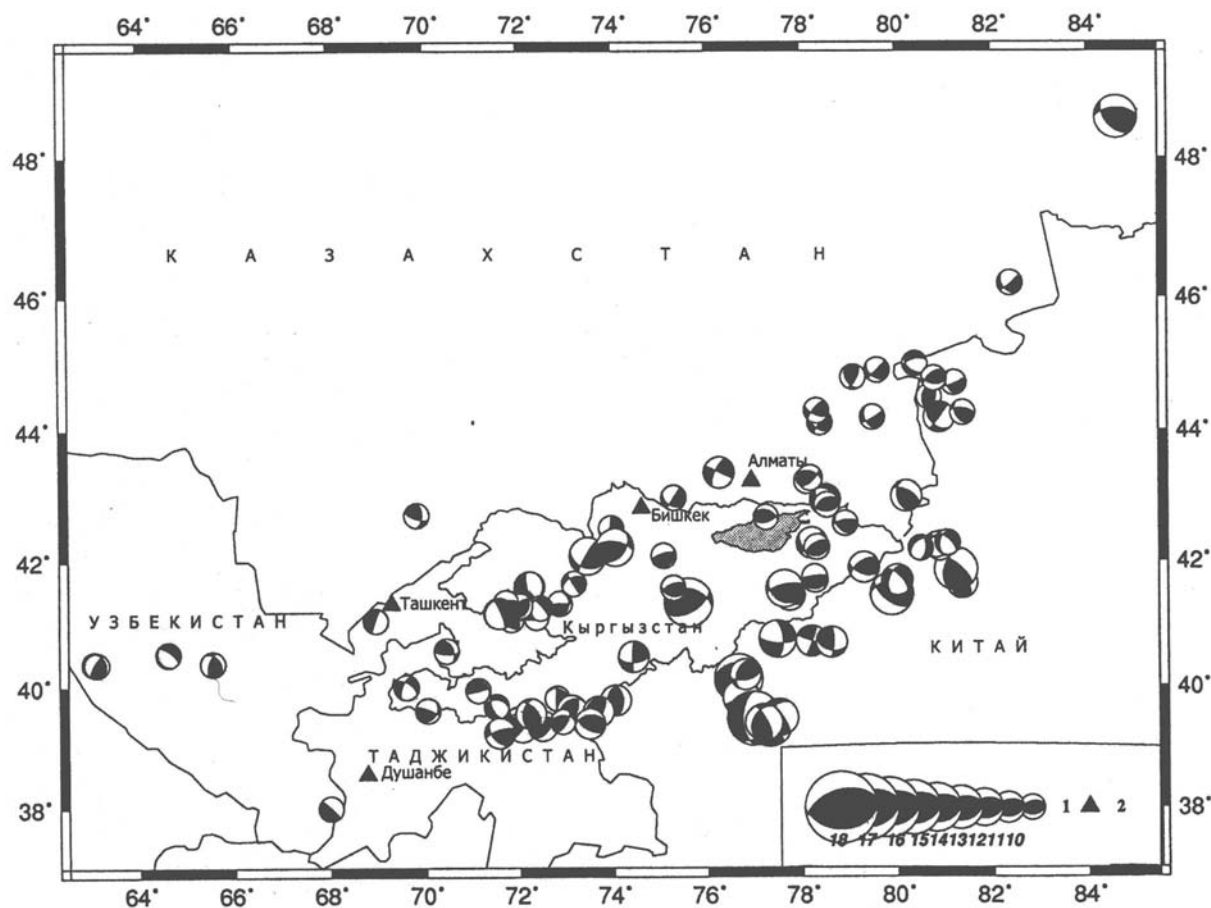


Рис. 1. Карта механизмов очагов землетрясений Центральной Азии за 1998 г.

1 – энергетический класс K_p ; 2 – сейсмическая станция в столицах: Таджикистана («Душанбе»), Узбекистана («Ташкент»), Кыргызстана («Бишкек»), Казахстана («Алматы»).

К этому направлению приурочены два сильных землетрясения: 19 марта в $13^{\text{h}}51^{\text{m}}$ с $K_p=13.8$ и 18 мая в $07^{\text{h}}31^{\text{m}}$ с $K_p=13.3$ [17]. Такое расположение эпицентров находит объяснение в механизмах их очагов. На рис. 2 отрезками прямых показаны азимуты осей сжатия, звездочками обозначены эпицентры событий. Видно, что большинство землетрясений с $K_p=10-11$ произошло в пределах широкой полосы северо-восточного простирания. Вдоль всей северной границы этой полосы, протягивающейся между точками с координатами примерно 41°N , 72°E и 48°N , 84°E , действуют сжимающие усилия в азимуте примерно 330° . На юге граница этой полосы проходит между точками с координатами примерно 39°N , 72°E и 42°N , 81°E . При этом по обе стороны от эпицентральной области землетрясения 2 августа с $K_p=14.8$ азимут сжимающих усилий вдоль южной границы этой полосы различен. К западу от нее азимут осей сжатия составляет примерно 150° , а к востоку – 180° . Падение оси сжатия в очагах землетрясений вдоль границ этой полосы близгоризонтальное. Таким образом, преобладание надвигового типа подвижек, очевидно, определяется силами сжатия, действующими на эту полосу с севера в азимуте 330° и с юга – в азимуте $150^{\circ}-180^{\circ}$.

Эпицентральная область землетрясения 2 августа с $K_p=14.8$, $M_w=5.6$ выходит за пределы этой полосы и примыкает к ней с юга. Следует упомянуть, что здесь же в 1997 г. прошла серия разрушительных сильных землетрясений с $M_w=5.8-6.1$ [19]. Совместное рассмотрение решений МОЗ событий 1997–1998 гг. [16, 20] и приведенного выше описания картины сейсмичности за 1998 г. показывает следующее. Большинство самых сильных землетрясений с $K_p>14$ произошло в эпицентральной зоне землетрясения 2 августа. В их очагах реализовались подвижки сбросового или сдвиго-сбросового типа. Они сопровождались очень большим числом афтершоков. До 2 августа было много землетрясений с преобладанием одноименных знаков первых вступлений, после 2 августа часты события с надвиговым типом подвижки. К сожалению, полученные решения неустойчивы из-за одностороннего положения пунктов наблюдений относительно эпицентральной зоны.

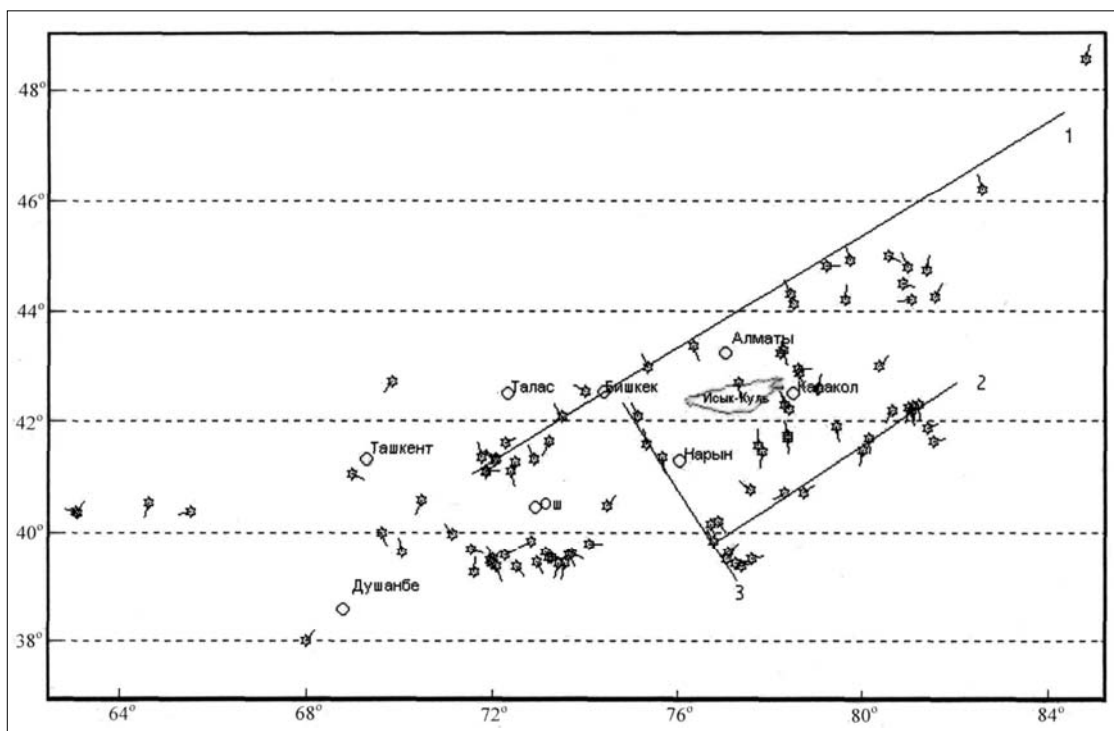


Рис. 2. Азимуты осей сжатия (отрезки прямых) в эпицентрах землетрясений Центральной Азии с известным механизмом очага за 1998 г.

Сплошные прямые линии – трассируемые эпицентрами землетрясений с $K_p \geq 9.6$ линии преимущественной концентрации их плотности.

По два сильных землетрясения 1997 г. (9 января в $13^{\text{h}}43^{\text{m}}$ с $K_p=14.6$, 15 апреля в $18^{\text{h}}19^{\text{m}}$ с $K_p=15.0$ [19]) и 1998 г. (19 марта в $13^{\text{h}}51^{\text{m}}$ с $K_p=13.8$, 29 мая в $22^{\text{h}}49^{\text{m}}$ с $K_p=13.6$) произошли за пределами этой зоны и имеют одинаковый надвиговый тип подвижки в очаге при азимуте оси сжатия $150-170^\circ$ и угле падения $8-15^\circ$ [16, 20]. Первое из них (09.01.1997 г.) произошло на южном участке Талассо-Ферганского разлома, перпендикулярного к простираанию вышеописанной полосы, эпицентры остальных трех событий расположились восточнее, параллельно линии Талассо-Ферганского разлома. Все эти землетрясения практически не сопровождались афтершоками [21].

Работа выполнена при поддержке грантов МНТЦ КР-837 и КР-547.2.

Л и т е р а т у р а

1. Муралиев А.М., Власова А.А., Абдыкадыров А.А., Абдраева Б.С., Абиidinova М.К., Алымкулов А.Б., Койчманова Н.И., Халмурзаев А.С. Механизмы очагов землетрясений Центральной Азии // Землетрясения Северной Евразии в 1992 году. – М.: Геоинформмарк, 1997. – С. 127–130.
2. Абдраева Б.– С., Абдыкадыров А.А., Власова А.А., Кальметьева З.А., Койчманова Н.И., Полешко Н.Н., Сальникова О.А. Механизмы очагов землетрясений Центральной Азии // Землетрясения Северной Евразии в 1993 году. – М.: НИИ-Природа, 1999. – С. 140–142.

3. Абдраева Б.С., Абдыкадыров А.А., Власова А.А., Кальметьева З.А., Койчманова Н.И., Полешко Н.Н., Сальникова О.А. Механизмы очагов землетрясений Центральной Азии // Землетрясения Северной Евразии в 1994 году. – М.: ОИФЗ РАН, 2000. – С. 39–40.
4. Абдраева Б.С., Абдыкадыров А.А., Власова А.А., Кальметьева З.А., Койчманова Н.И., Полешко Н.Н., Сальникова О.А. Механизмы очагов землетрясений Центральной Азии // Землетрясения Северной Евразии в 1995 году. – М.: ОИФЗ РАН, 2001. – С. 47–48.
5. Кальметьева З.А., Гребенникова В.В., Абдраева Б.С., Абдыкадыров А.А., Власова А.А., Койчманова Н.И., Полешко Н.Н., Сальникова О.А. Механизмы очагов землетрясений Центральной Азии // Землетрясения Северной Евразии в 1996 году. – М.: ОИФЗ РАН, 2002. – С. 57–59.
6. Джанузаков К.Д., Ильясов Б.И., Калмыкова Н.А., Гиязова Ш.Ш. Центральная Азия (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
7. Введенская А.В. Исследования напряжений и разрывов в очагах землетрясений при помощи теории дислокаций. – М.: Наука, 1969. – 135 с.
8. Reasenberг P.A., Oppenheimer D. FPFIT, FPLOT and FPPAGE: Fortran computer programs for calculating and displaying earthquake fault-plane solutions // Open-File Report. – № 85. – P. 739.
9. Грин Т.П., Кальметьева З.А. Определение скоростных разрезов и глубин землетрясений при детальных сейсмологических наблюдениях // Геолого-геофизическая характеристика сейсмогенных зон Киргизии. – Фрунзе: Илим, 1978. – С. 13–31.
10. Грин Т.П. Зависимость скорости на годографе от глубины землетрясений в пределах Северного Тянь-Шаня // Строение литосферы Тянь-Шаня. – Бишкек: Илим, 1990. – С. 40–54.
11. Бутовская Е.М., Атабаев Х.А., Фленова М.Г. Строение земной коры территории Восточного Узбекистана и сопредельных районов по сейсмологическим данным // Глубинное строение земной коры территории Узбекистана. – Ташкент: ФАН, 1971. – С. 9–28.
12. Меджитова З.А., Сабитова Т.М. Изучение сейсмических скоростей и строение земной коры Чуйской впадины и прилегающих к ней районов // Опыт комплексного сейсмического районирования на примере Чуйской впадины. – Фрунзе: Илим, 1975. – С. 48–54.
13. Ильясов Б.И., Кальметьева З.А., Молдобекова С.К., Соколова Н.П., Чеховская Р.А. Каталог землетрясений Кыргызстана в 2002 году. – Бишкек: Илим, 2003. – 51 с.
14. Джанузаков К.Д., Калмыкова Н.А., Гиязова Ш.Ш. Центральная Азия // Землетрясения Северной Евразии в 1995 году. – М.: ОИФЗ РАН, 2001. – С. 45–46.
15. Джанузаков К.Д., Калмыкова Н.А., Гиязова Ш.Ш. Центральная Азия // Землетрясения Северной Евразии в 1996 году. – М.: ОИФЗ РАН, 2002. – С. 52–56.
16. Кальметьева З.А. (отв. сост.), Абдраева Б.С., Гиязова Ш.Ш., Калмыкова Н.А., Койчманова Н.Д., Полешко Н.Н. Центральная Азия // См. раздел V (Каталоги механизмов очагов землетрясений) в наст. сб. на CD).
17. Джанузаков К.Д. (по региону), Соколова Н.П. (Кыргызстан), Калмыкова Н.А., Неверова Н.П. (Казахстан), Гиязова Ш.Ш. (Узбекистан), Сопиева К., Жунусова Ж., Айбашева К., Шипулина С.А., Умурзакова Р.А., Проскурина Л.П., Ульянина И.А., Каймачникова Н.И., Гайшук Л.И., Тулегенова М.К., Абдыкадыров А.А. Центральная Азия (См. раздел IV (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
18. Bulletin of the International Seismological Centre (for 1998). – Berkshire: ISC, 2000.
19. Джанузаков К.Д. (по региону), Соколова Н.П. (Кыргызстан), Калмыкова Н.А., Неверова Н.П. (Казахстан), Гиязова Ш.Ш. (Узбекистан), Сопиева К., Жунусова Ж., Айбашева К., Шипулина С.А., Ахметова Р.А., Умурзакова Р.А., Проскурина Л.П., Тулегенова М.К., Абдыкадыров А.А. Центральная Азия // Землетрясения Северной Евразии в 1997 году. – Обнинск: ФОП, 2003 (На CD).
20. Кальметьева З.А. (отв. сост.), Абдраева Б.С., Полешко Н.Н., Койчманова Н.И., Гиязова Ш.Ш. Центральная Азия // Землетрясения Северной Евразии в 1997 году. – Обнинск: ФОП, 2003 (На CD).
21. Кальметьева З.А. О взаимосвязи очагов землетрясений и разломов // Строение литосферы Тянь-Шаня. – Бишкек: Илим, 1990. – С. 145–156.