

УДК 550.343

ГРУППИРОВАНИЕ СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ В РАЙОНЕ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ: НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СРЕДНЕСРОЧНОГО ПРОГНОЗА СЕЙСМИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ НА СЕВЕРНОМ ТЯНЬ-ШАНЕ

© 2006 г. Ю. Ф. Копничев, И. Н. Соколова

Представлено академиком В.Н. Страховым 06.02.2006 г.

Поступило 09.02.2006 г.

Рассматриваются группы сильных землетрясений в районе Центральной Азии: глубокофокусное гиндукушское и коровое алтайское с $M \geq 7.0$ (они могут происходить в обратном порядке), которые сопровождается Северо-тянь-шаньское землетрясение ($M \geq 6.0$) с запаздыванием до 1.5 лет. За последние 100 лет произошло 5 групп таких событий; вероятность их случайного появления достаточно мала. Последняя группа (2002–2003 гг.) необычна из-за того, что после типичной тройки событий 08.10.2005 г. произошло еще одно очень сильное коровое землетрясение ($M = 7.6$) в близости от гиндукушской зоны глубокофокусной сейсмичности. Обсуждается геодинамический механизм, в результате которого возникают указанные группы землетрясений. Полученные данные могут быть использованы в целях среднесрочного прогноза землетрясений в районе Северного Тянь-Шаня.

Ранее [1, 2] были выделены пары сильных землетрясений: глубокофокусное гиндукушское ($M \geq 6.7$) и сопровождающее его с запаздыванием до 4.5 месяцев сильное коровое землетрясение ($M \geq 7.0$) в обширном регионе Центральной и Южной Азии, ограниченном координатами $30^\circ\text{--}41^\circ\text{N}$ и $57^\circ\text{--}81^\circ\text{E}$. В настоящей работе, продолжающей эти исследования, выделяются группы связанных между собой событий в районе Центральной Азии.

При анализе сейсмичности Центральной Азии было отмечено, что имеются случаи группирования сильных землетрясений Гиндукуша, Алтая и Северного Тянь-Шаня, причем события из первых двух районов могут происходить в обратном порядке, а Северо-тянь-шаньское землетрясение всегда их сопровождает. В табл. 1 приведены данные о группах наиболее сильных землетрясений

за 100 лет (для Гиндукуша и Алтая - $M \geq 7.0$, для Северного Тянь-Шаня $M \geq 6.0$). Из табл. 1 и рис. 1, 2 следует, что за последнее столетие произошло пять групп таких событий. Гиндукушские землетрясения были глубокофокусными ($h = 100\text{--}230$ км), остальные события – коровыми. Длительность эпизодов, связанных с тройками землетрясений, варьируется от 1.8 до 6.9 лет. В то же время интервал времени от второго до третьего события в тройках изменяется от 20 дней до 1.5 лет. Существенно, что в указанные группы событий попадают все сильные алтайские землетрясения с $M \geq 7.0$ и пять из шести Северо-тянь-шаньских землетрясений с $M \geq 6.0$ (исключение составляет только Жаланаш-Тюпское землетрясение 24.03.1978 с $M = 7.0$). Следует отметить, что в четырех тройках из пяти магнитуды Северо-тянь-шаньских событий значительно (на 0.2–1.4) ниже, чем для соответствующих гиндукушских и алтайских землетрясений. Кроме того, в этих четырех группах энергия землетрясений закономерно уменьшается от первого до последнего события. Отметим также, что магнитуды Северо-тянь-шаньских событий монотонно падают с начала XX в. Существует тенденция к увеличению интервала времени между алтайским и северотяньшаньским землетрясениями с возрастанием расстояния между их эпицентрами ΔR .

Оценим вероятность случайного появления пяти рассматриваемых групп событий. Отметим сначала, что за сто лет, с 1902 по 2002 г., произошло 16 гиндукушских землетрясений с $M \geq 7.2$; в среднем одно такое событие происходило приблизительно за 7 лет. Из табл. 1 следует, что интервалы времени между алтайским и гиндукушским землетрясениями в тройках варьируются от 1.6 до 6.3 лет. Отсюда следует, что вероятность появления пяти пар гиндукушских и алтайских землетрясений довольно велика.

Вероятность случайного появления пяти Северо-тянь-шаньских землетрясений в группах оценим следующим образом. Общая продолжительность 1.5-летних интервалов, в которые попада-

*Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта
Российской Академии наук, Москва*

*Институт геофизических исследований
Национального ядерного центра Республики
Казахстан, Талгар Алмаатинской обл.*

Таблица 1. Сильные землетрясения в районе Центральной Азии

Дата	φ , °N	λ , °E	h , км	M	ΔT^* , лет	ΔR^{**} , км	Землетрясение
23.07.1905	49.2	96.2	25	8.2			Болнайское
07.07.1909	36.5	69.0	230	8.0			Айваджское
03.01.1911	42.9	76.9	25	8.2	1.5	1650	Кеминское
10.08.1931	46.5	90.5	40	7.8			Монголо-Алтайское
14.11.1937	35.0	73.0	200	7.3			Гиндукушское (I)
20.06.1938	42.7	75.8	21	6.9	0.6	1240	Кемино-Чуйское
14.03.1965	36.6	70.8	215	7.7			Гиндукушское (II)
15.05.1970	50.2	91.3	12	7.0			Цаган-Шибетуйское
05.06.1970	42.5	78.9	15	6.8	0.1	1280	Сарыкамьшское
29.07.1985	36.2	70.9	100	7.2			Гиндукушское (III)
14.06.1990	46.9	85.1	42	6.9			Зайсанское
12.11.1990	43.1	78.0	15	6.4	0.4	700	Байсорунское
03.03.2002	36.5	70.5	225	7.4			Гиндукушское (IV)
27.09.2003	50.1	86.7	20	7.3			Чуйское
01.12.2003	42.9	80.4	15	6.0	0.2	975	Кетменьское
08.10.2005	34.4	73.5	12	7.6			Кашмирское

* Время запаздывания Северо-тянь-шаньского землетрясения по отношению ко второму событию в тройке.

** Расстояние между эпицентрами алтайского и Северо-тянь-шаньского землетрясений.

ют такие события после соответствующих пар, составляет 7.5 лет. Вероятность попадания одного сильного Северо-тянь-шаньского землетрясения в интервал длительностью 7.5 лет (за 100 лет) составляет $p = 0.075$. Вероятность попадания пяти из шести таких событий в этот интервал определяется элементарной формулой

$$P_{5,6} = C_6^5 p^5 (1 - p). \quad (1)$$

Подставляя величину p , находим $P \sim 1.3 \cdot 10^{-5}$. Отсюда следует, что вероятность случайного появления пяти групп рассматриваемых событий ничтожно мала. Приведенные выше данные свидетельствуют о том, что последовательность, в которой происходят гиндукушское и алтайское землетрясения в группах, видимо, не играет существенной роли. Главным оказывается появление пары таких событий с интервалом до 6 лет, после чего резко возрастает вероятность землетрясения в районе Северного Тянь-Шаня в течение последующих 1.5 лет.

Можно полагать, что главная причина появления в районе Северного Тянь-Шаня «отклика» на гиндукушское и алтайское землетрясения состоит в следующем. В настоящее время общепринятой является тектоническая модель, согласно которой поле напряжений в литосфере Центральной Азии определяется главным образом столкновением Индийской и Евразийской плит [3, 4]. Многочисленные геологические и геодезические дан-

ные согласуются с такой моделью [3–6]. При этом обширный регион Центральной Азии от Гиндукуша и Западных Гималаев до Алтая и Саян (приблизительно до 96°E) находится в сравнительно однородном поле напряжений, в условиях близ-меридионального сжатия [7]. После пары сильных землетрясений в районах Гиндукуша и Алтая происходит перераспределение напряжений, в результате чего, естественно, возрастает сжатие во всей области между очагами этих событий, причем наиболее сильно этот эффект должен проявляться примерно посередине между ними. Именно здесь и находится область, где лежат очаги сильных землетрясений Северного Тянь-Шаня. Существенно меньшая средняя энергия этих землетрясений по сравнению с энергией других событий из троек служит дополнительным аргументом в пользу предлагаемой трактовки обнаруженного явления.

Отметим, что группа событий 2002–2003 гг. не совсем обычна не только из-за того, что на Северном Тянь-Шане зарегистрировано наиболее слабое землетрясение из рассматриваемых ($M = 6.0$), но главным образом потому, что после этого отклика 8 октября 2005 г. произошло еще одно сильное коровое землетрясение с $M = 7.6$ в районе Кашмира, близости от гиндукушской зоны глубокофокусной сейсмичности (табл. 1, рис. 1). Это событие было сильнейшим в рассматриваемом районе за последние 100 лет (на расстояниях до 600 км от центра данной зоны).

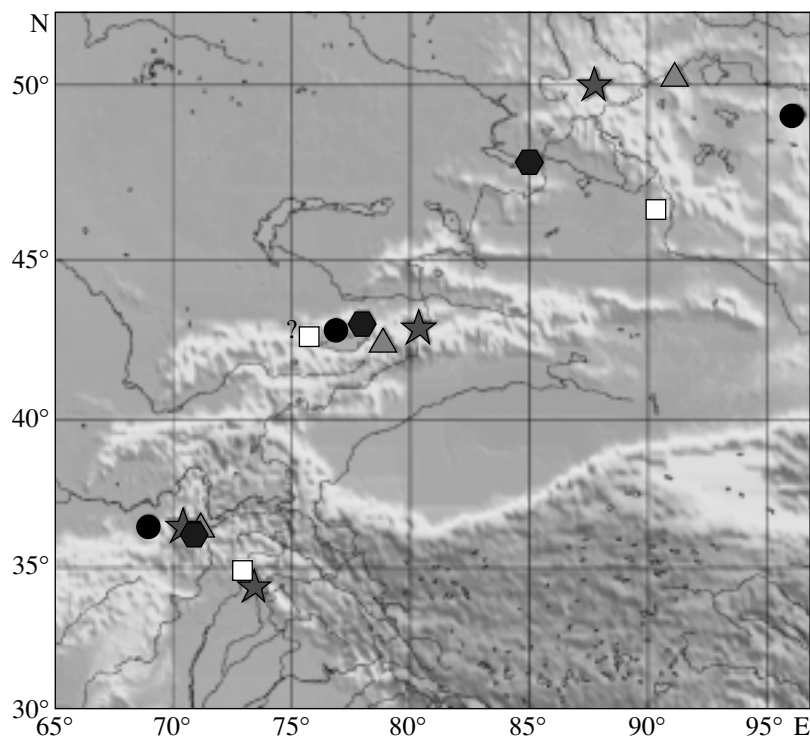


Рис. 1. Карта района исследований с эпицентрами сильных землетрясений. Группы сильных событий. Кружки – 1905–1911 гг., квадратики – 1931–1938 гг., треугольники – 1965–1970 гг., шестиугольники – 1985–1990 гг. Звездочки – группа сильных землетрясений 2002–2005 гг. Вопросительным знаком отмечена область ожидаемого согласно [8] сильного события на Северном Тянь-Шане.

В рамках предложенного механизма формирования сейсмического отклика в районе Северного Тянь-Шаня эффект этого землетрясения должен быть аналогичен эффекту глубокофокусных гин-

душских событий. Исходя из полученных данных, естественно предполагать, что после группы сильных землетрясений 2002–2005 гг. может произойти еще одно сильное тектоническое событие с $M \geq 6.0$ в районе Северного Тянь-Шаня. Наиболее вероятный интервал времени его возникновения 1.5 года после Кашмирского землетрясения, т.е. примерно до апреля 2007 г. В работе [8] на основании анализа совокупности геофизических и геологических данных предполагалось, что одно из вероятных мест подготовки такого землетрясения – район Киргизского хребта, к юго-востоку от г. Бишкека. Отметим, что 16.01.2004 г. и 02.06.2004 г. здесь произошли два довольно сильных глубоких события ($M \sim 5.0$, $h \sim 20$ км), которые, возможно, могут рассматриваться в качестве форшоков готовящегося землетрясения из ожидаемой тройки (как известно [9, 10], именно относительно глубокие события часто служат предвестниками готовящихся сильных коровых землетрясений).

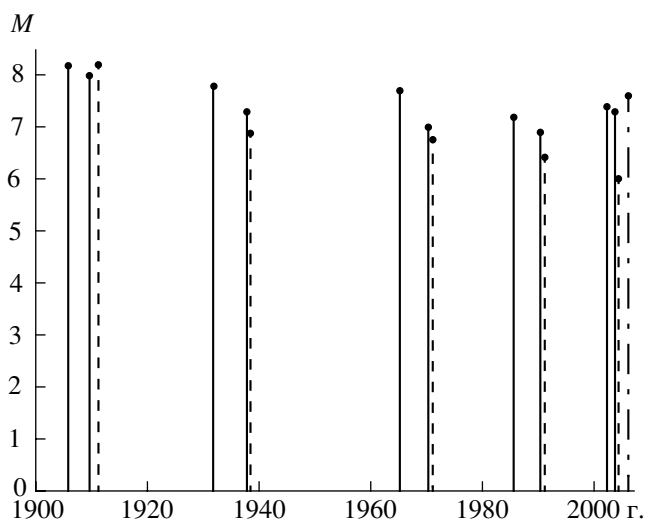


Рис. 2. Зависимость магнитуд рассматриваемых землетрясений от времени. Штриховые линии – Северотянь-шаньские события, штрихпунктир – Кашмирское землетрясение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Копничев Ю.Ф., Соколова И.Н.* // ДАН. 1997. Т. 353. № 3. С. 386–389.
2. *Копничев Ю.Ф., Баскутас И., Соколова И.Н.* // Вулканология и сейсмология. 2002. № 5. С. 49–58.

3. *Tapponier P., Molnar P.* // *J. Geophys. Res.* 1977. V. 82. P. 2905–2930.
4. *Tapponier P., Molnar P.* // *J. Geophys. Res.* 1979. V. 84. P. 3425–3459.
5. *Molnar P., Deng Q.* // *J. Geophys. Res.* 1984. V. 89. P. 6203–6227.
6. *Molnar P., Ghose S.* // *Geophys. Res. Lett.* 2000. V. 27. P. 2377–2380.
7. *Calais E., Vergnolle M., San'kov V. et al.* // *J. Geophys. Res.* 2003. V. 108. B 10. P. 2501.
8. *Копничев Ю.Ф., Михайлова Н.Н.* В сб.: Геодинамические, сейсмологические и геофизические основы прогноза землетрясений и оценки сейсмического риска. Алматы, 2005. С. 49–56.
9. *Нерсесов И.Л., Пономарев В.С., Тейтельбаум Ю.М.* // *ДАН.* 1979. Т. 247. № 5. С. 1100–1102.
10. *Копничев Ю.Ф., Михайлова Н.Н.* // *ДАН.* 2000. Т. 373. № 1. С. 93–97.