

О СВЯЗИ СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ С ОСОБЕННОСТЯМИ СТРОЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ И ВЕРХНЕЙ МАНТИИ И СКОРОСТЬЮ ВРАЩЕНИЯ ЗЕМЛИ (НА ПРИМЕРЕ ГАРМСКОГО ПРОГНОСТИЧЕСКОГО ПОЛИГОНА)

Проведен совместный анализ вариаций сейсмичности и скорости вращения Земли за 1895-2010 гг. При этом использованы данные о блоковом строении Гармского района на основе анализа пространственных вариаций поля поглощения, полученных методом короткопериодной коды. Обнаружены свидетельства в пользу существования определенной связи между масштабом землетрясения и уровнем среднегодовой скорости вращения Земли. В одном и том же месте более сильные землетрясения происходят при более высоких скоростях вращения Земли. Существенное значение при этом имеет также степень консолидации блоков в очаговой области.

Ключевые слова: кода-волны, добротность, пространственные и временные вариации, поле поглощения

Введение

Гармский прогностический полигон расположен на сочленении трех крупных структурных зон Средней Азии: Южного Тянь-Шаня, Таджикской депрессии и Северного Памира и характеризуется высокой сейсмической активностью, которая связана с особенностями строения коры и верхней мантии.

Проблемой выявления связи сейсмической активности с особенностями строения земной коры и верхней мантии автор занимается уже более двадцати лет, используя метод короткопериодной коды ($f \sim 1$ Гц), основанный на анализе пространственно-временных вариаций характеристик коды местных землетрясений.

Значения эффективной добротности Q_S на рассматриваемой территории варьируют от 80 до 350. Области, характеризующиеся минимальными значениями $Q_S \sim 80-90$ и минимальной толщиной литосферы ($h_k \sim 20-30$ км) формируют сеть вертикальных линейных каналов, разделяющих блоки – зоны слабого поглощения, изометрической (в плане) формы.

Размеры блоков в плане варьируют от нескольких десятков километров на севере до нескольких километров на юге. Столь высокая разрешающая способность метода связана в первую очередь с использованием параметров нерегулярных волн. Кроме того, важную роль играет чрезвычайно высокая чувствительность поперечных волн, формирующих коду, к присутствию флюидов в среде их распространения.

Связь сейсмической активности с особенностями строения земной коры и верхней мантии

Очаговым зонам сильнейших землетрясений Гармского 1941 г. ($M=6.4$) и Хаитского 1949 г. ($M=7.5$), локализованных на севере района, соответствуют области максимального контраста поглощения в коре и верхах мантии [Антикаева, Копничев, 1992]. Возможность генерации в таких районах сильных землетрясений определяется наличием ослабленных зон маловязкого мате-

риала, расположенных непосредственно под сравнительно тонкой раздробленной корой, что сильно облегчает относительное перемещение контактирующих по этим зонам блоков литосферы. Этой закономерности подчиняются и большинство землетрясений района с $M > 5$.

Север Гармского района характеризуется значительно большими, по сравнению с югом, горизонтальными и вертикальными размерами добротных блоков. Следуя терминологии иерархической модели сейсмического процесса [Любушин, 1987], остаточная энергия консолидированных блоков на севере района выше, чем на юге. Процесс консолидации блоков одного и того же ранга (более высокого, чем ранг исходных блоков, приведенные на рис.1) на севере требует меньших энергетических затрат, чем на юге. Отсюда следует, что вероятность возникновения наиболее сильных землетрясений на севере выше, чем на юге.

Этот вывод подтверждается данными, полученными при изучении дислокаций в эпицентральной зоне Гармского и Хаитского землетрясений. Там были обнаружены, по крайней мере, три более старые нарушения – палеосейсмодислокации, которые являются свидетельствами более ранних сильных землетрясений в этом районе. Возраст этих землетрясений составляет около 250 лет [Никонов, Попова, 1983; Никонов, Шебалина, 1978].

На основе полученных данных о блоковом строении Гармского прогностического полигона и пространственном распределении на его территории очагов сильнейших землетрясений, а также обнаруженной связи вариаций трехмерной структуры поля поглощения и флюидонасыщенности коры с заглубленной сейсмичностью [Антикаева, 2012а; 2012б] просматриваются некоторые закономерности локализации землетрясений $M \geq 5$ на фоне вариаций скорости вращения Земли (рис.2).

Заключение

Полученные данные дают основания полагать, что в Гармском районе не только сильные земле-

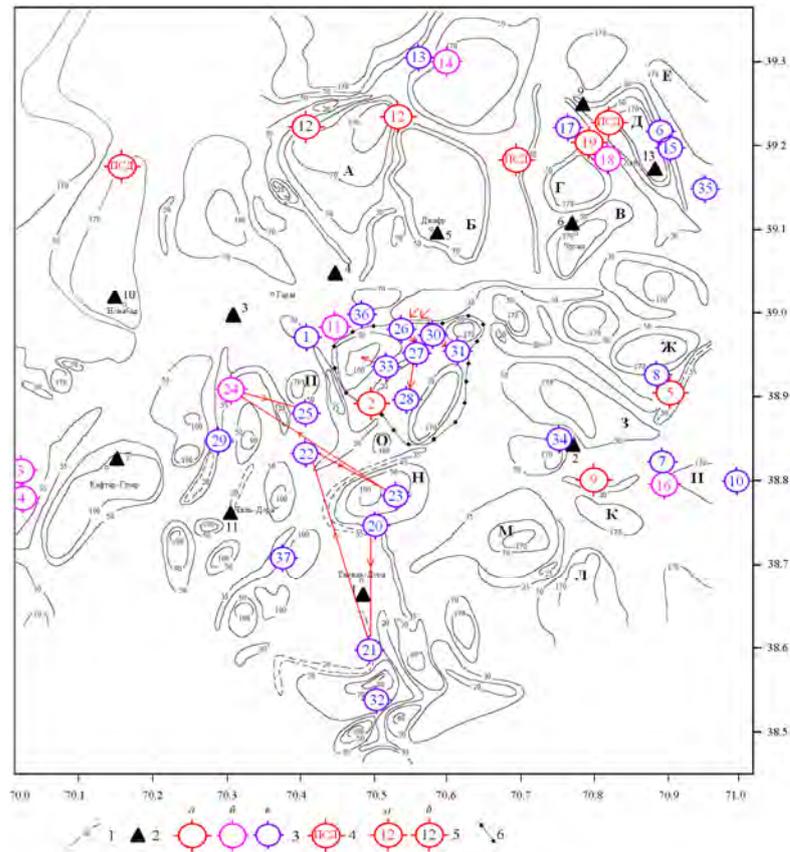


Рис. 1. Пространственное распределение эпицентров сильных землетрясений Гармского района. 1 – глубина кровли слоя сильного поглощения в км; 2 – сейсмические станции; 3 – эпицентры землетрясений с $M > 6, 5.5, 5.0$; 4 – положение эпицентров землетрясений по палеосейсмодислокациям, 5 – эпицентры Гармского 1941 г. землетрясения по разным источникам; 6 – границы конгломерата блоков Каудальской зоны (стрелками показана последовательность его деконсолидации). Цифры – номера землетрясений, которые произошли соответственно: 13.11.1895(1), 16.9.1924(2), 2.1.1925(3), 30.6.1926(4), 31.8.1934(5), 3.9.1934(6), 11.9.1934(7), 4.1.1935(8), 8.10.1935(9), 12.1.1938(10), 30.5.1939(11), 20.4.1941(12), 26.4.1941(13), 6.5.1941(14), 28.2.1942(15), 28.5.1942(16), 8.7.1949 (7 ч 50 мин.) (17), 8.7.1949 (8 ч 02 мин.) (18), 10.7.1949(19), 17.11.1950(20), 21.11.1950(21), 11.4.1956(22), 13.1.1957(23), 7.1.1958(24), 31.7.1959(25), 11.4.1966(26), 14.4.1966(27), 22.3.1969(28), 9.6.1975(29), 3.9.1976(30), 25.12.1977(31), 17.11.1978(32), 26.2.1983(33), 21.12.1987(34), 20.2.1995(35), 21.7.2007(36), 13.10.2008(37) (http://seismorus.ru/eq_cat).

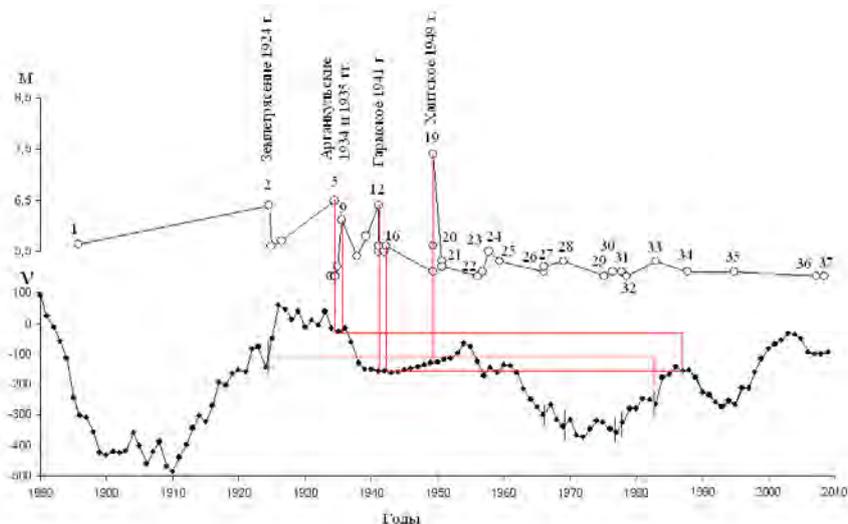


Рис. 2. Вариации скорости вращения Земли и сильные землетрясения с $M > 5.0$. Гармского района из каталога http://seismorus.ru/eq_cat. Цифры соответствуют рис.1. Рисками отмечены землетрясения, локализованные в Каудальской зоне.

трясения с $M \geq 6.0$, но и землетрясения средней силы (с $M = 5.0-5.5$), тяготеют к конкретным зонам. В пределах таких зон существуют блоки, способные в определенных условиях консолидироваться в единый конгломерат, в пределах которого аккумулируется энергия, необходимая для их реализации. Возможность относительного перемещения контактирующих блоков литосферы обеспечивается существованием здесь ослабленных зон маловязкого материала, расположенных непосредственно под сравнительно тонкой раздробленной корой.

Проведенный совместный анализ вариаций сейсмичности и скорости вращения Земли за 1895–2010 гг. позволяет сделать вывод о существовании определенной связи между масштабом землетрясения и уровнем среднегодовой скорости вращения Земли. В одном и том же месте более сильные землетрясения происходят при более высоких скоростях вращения Земли. При этом существенное значение имеет также степень консолидации блоков в месте локализации очага.

Литература

- Аптикаева О.И., Копничев Ю.Ф. Детальное картирование литосферы и астеносферы Гармского района по поглощению поперечных волн // Вулканология и сейсмология. – 1992. – № 5/6. – С.101-118.
- Аптикаева О.И. Вариации блоковой структуры и сейсмичности Гармского района на фоне неравномерности вращения Земли // Вопросы инженерной сейсмологии. – 2012а. – № 4. – С.55-65.
- Аптикаева О.И. Особенности поля поглощения в очаговых зонах сильных землетрясений Гармского района // Физика Земли. – 2012б. – № 5. – С. 26-36
- Любушин А.А. Иерархическая модель сейсмического процесса // Физика Земли. – 1987. – № 11. – С.43-51
- Никонов А.А., Попова Е.В. Гармское землетрясение 1941 г.: макросейсмика, поверхностные нарушения, очаг // Вопр. Инж. Сейсмол. – 1983. – Вып.24. – С. 111-129.
- Никонов А.А., Шебалина Т.Ю. Новый способ определения возраста сейсмодислокаций (на примере эпицентральной зоны Хаитского землетрясения 1949 г.) // Докл. АН СССР. – 1978. – Т.242. – № 4. – С. 808-811

ПРО ЗВ'ЯЗОК СЕЙСМІЧНОЇ АКТИВНОСТІ З ОСОБЛИВОСТЯМИ БУДОВИ ЗЕМНОЇ КОРИ І ВЕРХНЬОЇ МАНТІЇ І ШВИДКІСТЮ ОБЕРТАННЯ ЗЕМЛІ (НА ПРИКЛАДІ ГАРМСЬКОГО ПРОГНОСТИЧНОГО ПОЛІГОНУ)

О.І. Аптікаєва

Проведено спільний аналіз варіацій сейсмічності і швидкості обертання Землі за 1895-2010 рр. При цьому використані дані про блокову будову Гармського району на основі аналізу просторових варіацій поля поглинання, отриманих методом короткоперіодної коди. Виявлені свідчення на користь існування певного зв'язку між масштабом землетрусу і рівнем середньорічної швидкості обертання Землі. В одному і тому ж місці більш сильні землетруси відбуваються при більш високих швидкостях обертання Землі. Істотне значення при цьому має також ступінь консолидації блоків у вогнищевій зоні.

Ключові слова: кода-хвилі, добротність, просторові і тимчасові варіації, поле поглинання.

ON THE RELATIONSHIP BETWEEN SEISMIC ACTIVITY AND STRUCTURAL FEATURES OF THE CRUST AND UPPER MANTLE AND THE EARTH'S ROTATION RATE (USING THE EXAMPLE GARM PROGNOSTIC POLYGON)

O.I. Aptikaeva

The joint analysis of seismicity and Earth's rotation rate variations for 1895–1998 is carried out. The block structure of Garm region determined in our previous papers is used. Some evidence of certain interrelation between seismic magnitude and yearly average Earth's rotation rate is obtained. In the same place, the stronger earthquakes occur at higher Earth's rotation rate. The block consolidation degree in the source areas is also significant.

Keywords: coda waves, quality factor, spatial and temporal variations, attenuation field.