

Эпицентральные зоны Южного и Центрального Байкала

© *Н. А. Радзиминович*¹, *Ц. А. Тубанов*², *А. И. Мирошниченко*¹

¹ Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск, Россия. E-mail: nradzim@crust.irk.ru

² Геологический институт СО РАН, г. Улан-Удэ, Россия. E-mail: geos@ginst.ru

В докладе представлены результаты выделения и анализа эпицентральных зон в пределах Южной и Центральной Байкальской впадин на основе каталога землетрясений за 2003-2014 гг. с $K_R \geq 6.0$. Для выделенных зон была проведена оценка угла наклона графика повторяемости, а также параметров фокальных механизмов.

Ключевые слова: Байкал; сейсмичность; эпицентральные зоны.

Epicentral zones of the South and Central Baikal basins

*N. A. Radziminovich*¹, *Ts. A. Tubanov*², *A. I. Miroshnichenko*¹

¹ Institute of the Earth's crust, SB RAS, Irkutsk, Russia. E-mail: nradzim@crust.irk.ru

² Geological Institute, SB RAS, Ulan-Ude, Russia. E-mail: geos@ginst.ru

In the report, we present the results of identification and analysis of epicentral zones within the Southern and Central Baikal basins on the basis of the earthquake catalogue for 2003-2014 with $K_R \geq 6.0$. For the identified zones, the slope of the frequency-size plot was estimated, and parameters of the focal mechanisms were analyzed.

Keywords: Lake Baikal; seismicity; epicentral zones.

В морфоструктурном плане озеро Байкал состоит из трех впадин: Южной, Центральной и Северной. Южная и Центральная впадины характеризуются большей плотностью эпицентров и их концентрацией в виде полос или зон. В докладе представлены результаты выделения и анализа эпицентральных зон в пределах данных двух впадин на основе каталога землетрясений Байкальского филиала ГС ФИЦ РАН составленного по данным региональной Байкальской сети станций и локальной Селенгинской сети.

Непосредственно перед анализом сейсмичности проведена оценка изменения представительного класса регистрируемых событий в зависимости от числа станций и конфигурации сети. Представительность оценивалась по изгибу графика повторяемости в области низких классов. Изменения в сети наблюдений привели к снижению с 2003 г. регистрируемых без пропуска землетрясений до $K_{R_{\min}} = 6.0$.

Карты эпицентров, построенные с $K_R \geq 8.0$ за период аналоговой регистрации (1960-2002) и с $K_R \geq 6.0$ за период, когда все станции сети были переведены на цифровую регистрацию (с 2003 г.), показывают стабильное поле эпицентров, поэтому для анализа был использован каталог за 2003-2014 гг., включающий слабые события. Каталог за данный период времени был составлен при наибольшей плотности сейсмостанций вокруг Южного и Центрального Байкала и, соответственно, содержит события с наименьшей ошибкой определения эпицентров. Использование слабых землетрясений (с $K_R \geq 6.0$) позволяет более точно выделять зоны и оценивать угол наклона графика повторяемости. Вообще, разделение сейсмичности на зоны или выделение сейсмогенных источников является первоочередной задачей при анализе сейсмического риска. Однако, выделение зон зачастую имеет субъективный характер, поскольку основано на распределении эпицентров и их предполагаемой приуроченности к геологическим структурам. В случае байкальских впадин, где выделение разломов затруднено водной и осадочной толщами, именно эпицентральные зоны служат маркерами активных разломов.

Выделенные зоны (рис. 1) являются условными. В их пределах выделяются сегменты, подзоны (например, зона 5 при более детальном масштабе веерообразно расщепляется на несколько ветвей, а в СВ сегменте вновь сужается до одной) и т.д. В докладе рассматривается их приуроченность к известным разломам. В целом, наблюдается явная согласованность эпицентральных зон с простиранием основных геологических структур; поперечные зоны (меридиональной или СЗ-ЮВ ориентации) короче по сравнению с зонами основного СВ-ЮЗ направления.

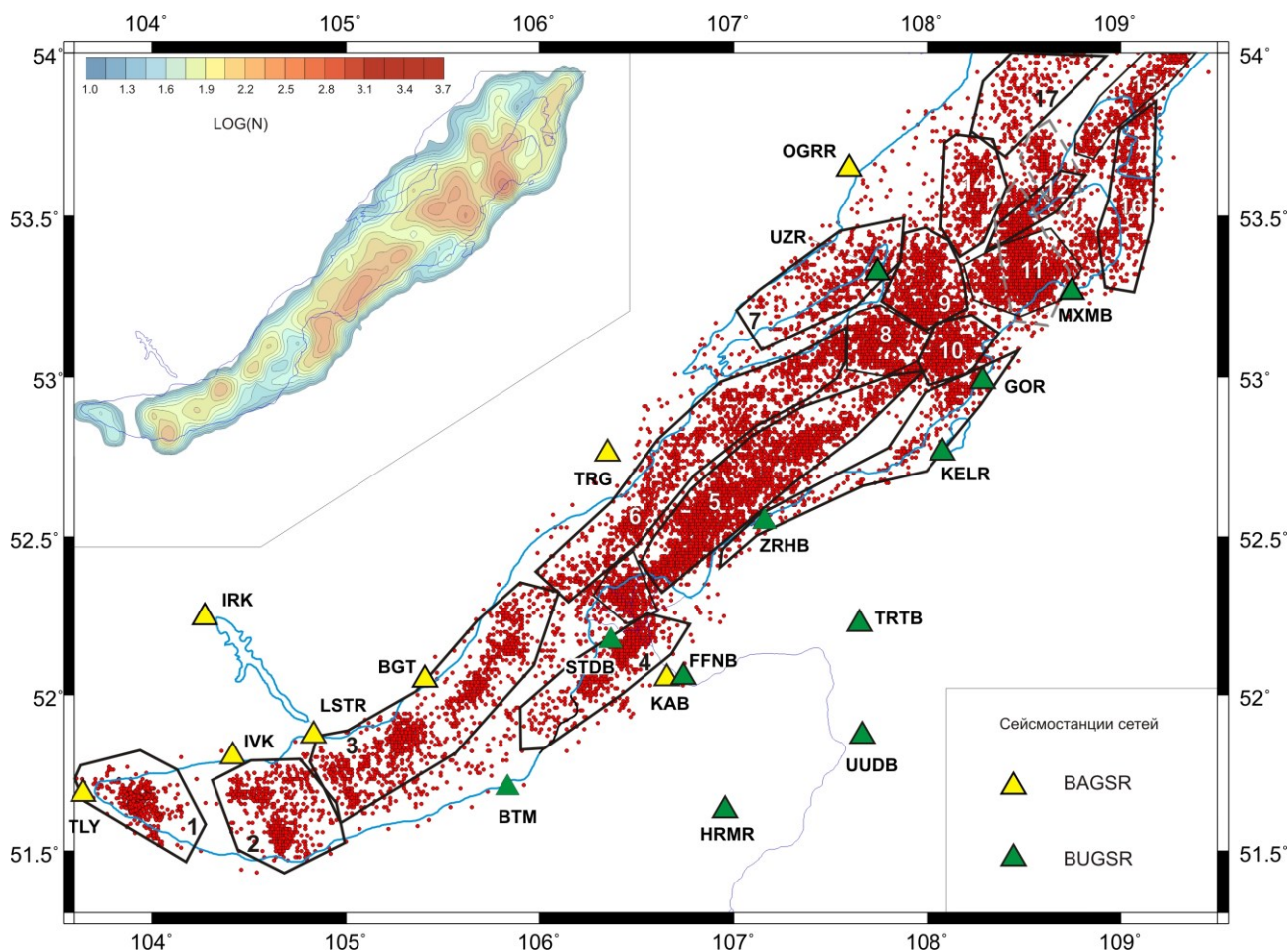


Рис. 1. Карта эпицентров Южной и Центральной Байкальских впадин за 2003-2014 гг. с $K \geq 6.0$ и выделенные сейсмические зоны. Треугольниками показаны сейсмостанции, действующие в течение указанного периода. На врезке показана карта плотности эпицентров для декластированного каталога.

Для всех зон (где количество событий превышало 100) был рассчитан угол наклона графика повторяемости γ методом максимального правдоподобия [1, 2]. Полученные значения γ для большинства зон находятся в диапазоне 0.51–0.55 (± 0.02). Наибольшим значением (0.65 \pm 0.02) характеризуется зона 7, охватывающая землетрясения западной части Ольхона и пролива Малое Море. В данном районе за рассматриваемый период времени энергетический класс землетрясений практически не превышал 10, т.е. наблюдается преобладание слабых землетрясений, что и выразилось в высоком значении угла наклона γ . Наименьшее значение (0.47 \pm 0.02) было получено для зоны 2. Следует отметить, что район Култукского землетрясения 2008 г. (зона 1), характеризующийся значением γ 0.51 \pm 0.02, при использовании каталога, очищенного от афтершоков, также отличается пониженным значением (0.46 \pm 0.1). Таким образом, для западного окончания Южно-Байкальской впадины (Култукская депрессия согласно структурной схеме К. Г. Леви с соавторами [3]) присущи пониженные значения γ , что может косвенно свидетельствовать о меньшей раздробленности среды [4] и/или об относительно повышенной величине дифференциальных напряжений [5].

Как упоминалось выше, поле эпицентров рассматриваемой территории стабильно за время инструментальной регистрации землетрясений, поэтому для наиболее полного анализа самих выделенных зон использовались данные о фокальных механизмах и гипоцентральной распределении очагов за весь период наблюдений. Глубины очагов землетрясений с приемлемой ошибкой определения имеются для ограниченного числа землетрясений. Это касается, главным образом, афтершоков Среднебайкальского (1959 г., зона 5), Южно-Байкальского (1999 г., зона 2), Култукского (2008 г., зона 1) и Максимихинского (2008 г., зона 11) землетрясений. Результаты релокализации слабых землетрясений (зоны 4 и 5) представлены в работе [6]. Выявлено, что в области дельты р. Селенги, линейно вытянутые группы гипоцентров из зоны 5 погружаются вдоль оз. Байкал в СВ направлении от 10 до 22 км. Поперечные разрезы показывают погружение в ЮВ направлении в таком же диапазоне глубин при угле падения 12-16°.

Для анализа механизмов очагов мы исключили таковые для афтершоков с $K_p < 12.0$. Большинство событий во всех зонах представлено так называемым «байкальским» типом фокального механизма, т.е. сбросообразованием (76% от всех анализируемых нодальных плоскостей) по плоскостям ЮЗ-СВ простирания с углами падения $30-60^\circ$. Нодальные плоскости меридионального простирания встречаются в зонах 4, 10, 11; субширотного и ЮВ-СЗ простирания — в зонах 1, 2, 3, 4, 10, 11. Сдвиговые смещения (16%) и взбросовые (8%) происходят чаще всего именно по плоскостям такой ориентации. Сильнейшими из землетрясений с нетипичными механизмами очагов были событие 1970 г. с $M_{5.5}$ (зона 3), Култукское 2008 г. с $M_w 6.3$ и Максимихинское с $M_w 5.6$. Плоскости с пологим залеганием встречаются редко, более того, в зонах 5, 9, 10 плоскости с углом падения меньше 20° отсутствуют. Зоны 2, 3, 8, 10 и 11 выделяются наличием субвертикальных плоскостей.

В целом, можно выделить три условных области: первая представлена землетрясениями Култукской депрессии, которые происходят в условиях трансенсии и характеризуются пониженным относительно других зон углом наклона графика повторяемости. Вторая область охватывает протяженные, вытянутые в СВ-ЮЗ направлении полосы эпицентров, в пределах которых можно выделить сегменты и подзоны. Третья область занимает территорию от южной оконечности о-ва Ольхон до Академического хребта включительно, который разделяет Центральную и Северную впадины. Здесь эпицентральное поле, представленное «пятнами» и более короткими, пересекающимися или искривленными зонами, выглядит мозаично. Именно в этой области выделение сейсмоактивных зон вызывает наибольшее затруднение и требует более подробного анализа.

В работе использовался каталог, составленный в Байкальском филиале ФИЦ ЕГС РАН. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 16-05-00224.

Литература

1. Aki K. Maximum likelihood estimate of b in the formula $\log N = a - bM$ and its confidence limits // Bull. Earthq. Res. Inst. Tokyo Univ. 1965. 43. P. 237–239.
2. Utsu T. A method for determining the value of b in a formula $\log n = a - bM$ showing the magnitude frequency for earthquakes // Geophys. Bull. Hokkaido Univ. 1965. 13. P. 99–103.
3. Активная тектоника Байкала / К. Г. Леви [и др.] // Геология и геофизика. 1995. Т. 36. № 10. С. 154–163.
4. Mogi K. Magnitude-frequency relation for elastic shocks accompanying fractures of various materials and some related problems in earthquakes // Bull. Earthq. Res. Inst. Univ. 1962. 40. P. 831–853.
5. Scholz C.H. The frequency-magnitude relation of microfracturing in rock and its relation to earthquakes // Bull. Seismol. Soc. Am. 1968. 58. P. 399–415.
6. Суворов Д. В., Тубанов Ц. А. Распределение очагов близких землетрясений в земной коре под центральным Байкалом // Геология и геофизика. 2008. Т. 49. № 8. С. 805–818.

Радзиминович Наталья Анатольевна, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник Института земной коры СО РАН, г. Иркутск.