

Оценка квантилей максимальной магнитуды в будущем интервале времени на примере Байкальской рифтовой зоны

Писаренко В.Ф. (1), Ружич В.В. (3), Скоркина А.А. (1, 2), Левина Е.А. (3)

(1) Институт теории прогноза землетрясений и математической геофизики Российской академии наук, Москва, Россия

(2) Геофизический центр Российской академии наук, Москва, Россия

(3) Институт земной коры Сибирского отделения Российской академии наук, Иркутск, Россия

e-mail: anna@mitp.ru

Изучению структуры сейсмического поля и, в частности, определению максимальной возможной региональной магнитуды, в сейсмоактивных регионах в последнее время уделяется большое внимание [Pisarenko et al., 2010; Kijko, Singh, 2011]. Ранее для территории Байкальской рифтовой зоны была выполнена работа по оценке максимально возможной региональной магнитуды [Ружич и др., 1998]. В настоящей работе применены новые методы к каталогу землетрясений, увеличенного, соответственно, на интервал в 1999-2021 гг., с учетом таких сильных землетрясений как Култукское (27 августа 2008 года, $M = 6.3$) и Хубсугульское (12 января 2021, $M = 6.8$). В работе мы использовали каталог магнитуд Байкальского филиала Единой геофизической службы РАН (БФ ФИЦ ЕГС РАН, seis-bykl.ru) за период 1963–2021 год; $48.0 \leq \text{широта} \leq 58.93$; $96.0 \leq \text{долгота} \leq 122.0$; $2.6 \leq M \leq 8.2$.

Известно, что статистические оценки параметра M_{\max} часто являются неустойчивыми и неробастными. Такой вывод можно сделать для ситуаций, когда в диапазоне сильных землетрясений нет достаточно большого числа наблюдений, позволяющих надежно оценить хвост распределения магнитуд. С учетом этого были выдвинуты предложения характеризовать сейсмичность в диапазоне сильных землетрясений с помощью физически понятной и статистически корректной случайной величины – максимальной магнитуды землетрясения, которое произойдет в будущем интервале времени T (в данном регионе). Эту случайную величину можно характеризовать с помощью ее функции распределения или плотности, но удобнее использовать обратную функцию по отношению к функции распределения – функцию квантилей $Qq(T)$ с переменным уровнем q . Функция распределения и функция квантилей для непрерывного распределения однозначно определяют друг друга. Заметим, что квантиль $Qq(T)$ можно рассматривать как верхнюю доверительную границу для будущей максимальной в интервале T магнитуды с уровнем доверия q [Писаренко и др., 2022].

В работе показано, что оценка максимального правдоподобия для параметра M_{\max} для всей зоны БРЗ велика, большие значения максимальных магнитуд случаются относительно редко: максимальные магнитуды более 8.5 с вероятностью 0.95 происходят на больших интервалах времени $T \approx 300$ лет или более. Поэтому с позиций оценки сейсмического риска параметр M_{\max} является не вполне адекватным. 95%-ная верхняя доверительная граница для максимального землетрясения существенным образом зависит от того, на какой интервал времени T мы ходим предсказать это максимальное землетрясение. Если нас интересует $T = 10$ лет, то прогноз не превышает $M_{\max} = 7.1$. Но если взять большие значения T порядка 300 лет и больше, то можем получить прогноз $M_{\max} \approx 8.0$ и более. По этой причине, по мнению авторов, для проблем оценки сейсмического риска квантили $Qq(T)$ гораздо адекватнее, чем параметр M_{\max} .

Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ, грант № 20-05-00433 (соавторы В.Ф. Писаренко, А.А. Скоркина), и в рамках базового бюджетного проекта "Современная геодинамика, механизмы деструкции литосферы и опасные геологические процессы в Центральной Азии № FWEF-2021-0009 (соавторы В.В. Ружич, Е.А. Левина).