

Оценка магнитуды повторных толчков после землетрясения 2018.01.09, М3.4 в Хибинском массиве

Баранов С.В. (1), Шебалин П.Н. (2), Ганнибал А.Е. (1)

(1) Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Единая геофизическая служба Российской академии наук», Апатиты, Россия

(2) Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теории прогноза землетрясений и математической геофизики Российской академии наук, Москва, Россия

e-mail: bars.vl@gmail.com

Рассматривается оценка вероятности повторных толчков после природно-техногенного землетрясения 2018.01.09 в 03:01:01:00.34 UTC с М3.4 в Хибинском массиве. Сущность модели заключается в представлении афтершокового процесса произведением законов Гутенберга-Рихтера и Омори-Утсу. Затем, предполагая, что число афтершоков на временном интервале имеет распределение Пуассона, и просуммировав по формуле полной вероятности все варианты, мы получили распределение вероятности магнитуды сильнейшего афтершока (M_1) в виде двойной экспоненты. За оценку M_1 принимается мода этого распределения. Полученное распределение зависит от параметра b (наклон графика повторяемости) закона Гутенберга-Рихтера и параметров c , p закона Омори-Утсу. При этом закон Омори-Утсу определяет ожидаемое количество представительных афтершоков – параметр распределения Пуассона, а закон Гутенберга-Рихтера задает распределение магнитуд суммируемых вариантов. Проверка модели на афтершоках землетрясения в Хибинском массиве выполнялось по следующей схеме. Параметры модели (b , c , p) оценивались по данным за $0.25+k$ суток после основного толчка ($k = 1, \dots, 31$) методом Байеса с использованием данных об афтершоках, которые уже произошли указанный период. Оценка M_1 выполнялась для времени от $0.25+k$ до 53 суток после основного толчка. Тестировалось два способа оценивания параметров: (1) без априорной информации; (2) с использованием априорной информации о вероятных значениях параметров, полученных при анализе эмпирических распределений афтершоковых последовательностей, выделенных из глобального каталога землетрясений ANSS ComCat Геологической службы США (USGS). В качестве априорной информации предполагалось, что параметры модели имеют распределения Гаусса со следующими характеристиками: для параметра b среднее значение 1.12, стандартное отклонение 0.3; для параметра p среднее 1.05; стандартное отклонение 0.15; для параметра $\lg(c)$ среднее -1, стандартное отклонение 0.74. Расчеты показали: для способа (1) средняя разность наблюдаемых и оцененных значений магнитуды сильнейшего афтершока по всем временным интервалам равно 0.1, стандартное отклонение 0.2; максимум модуля разности 0.6; для способа (2) средняя разность 0, стандартное отклонение 0.1; максимум модуля разности 0.3. При оценивании параметров по данным в моменты времени до 5 суток после основного толчка отклонение оцененных по способу (1) значений M_1 от наблюдаемых значений больше, чем для оценок по способу (2). То есть, при оценивании параметров модели при малом количестве исходных данных априорная информация определяет точность прогноза. Таким образом, использование априорной информации о значениях параметров модели позволяет значительно улучшить прогноз по сравнению с оценками, получаемыми с помощью параметров, полученных без априорной информации. Применение предложенного метода показало возможность его практического использования для оценивания магнитуды повторных толчков после природно-техногенных землетрясений в условиях Хибинского массива. Работа включает результаты выполнения госзадания КоФ ФИЦ ЕГС РАН № 007-00186-18-00 (расчеты по способу 1), проекта поддержанного РФФИ № 19-05-00812 (расчеты по способу 2).