

SEMI-AUTOMATIC MOMENT TENSOR INVERSION USING REGIONAL BROADBAND SEISMOGRAMS

Victor Pavlov, Iskander Abubakirov

Kamchatkan Branch of Geophysical Survey of RAS, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia

The seismic moment tensor (SMT) contains information on the mechanism and the moment magnitude M_w of an earthquake source. The reliable and quick estimates of SMT as well as the estimates of the depth and the duration of the source process of earthquakes are very important for the assessment of potential damage and tsunami forecast.

In earlier studies (Abubakirov, Pavlov, 2010; Pavlov, Abubakirov, 2009) an interactive algorithm was developed for simultaneous assessment of SMT, depth and source duration by complete regional broadband seismograms. The algorithm testing for 5 strong earthquakes (M_w 7.6-8.3) was successful but revealed that surface waves were sometime distorted by instrument errors at periods more than 120 seconds. For correct estimation of magnitude M_w of large earthquakes the longer periods are required.

In this paper a modified version of the algorithm is proposed that can be applied to body waves only. Both algorithms share the following points. The radiation of an extended source at low frequencies is approximated by radiation of a point source with symmetric-triangular source time function (STF) of adjustable duration τ . For fixed point source depth h and duration τ , SMT (having null trace) is calculated by linear inversion. The best estimate of SMT is seeking by systematic search over h and τ . The modified algorithm differs from the previous one by the features: (1) deconvolution in time domain; (2) automatic procedure of selecting intervals for fitting; (3) using of a Green's functions library. (Green's functions were calculated by the technique developed in (Pavlov, 2009)). The algorithm is semiautomatic; the only manual operation to automate is the data collection.

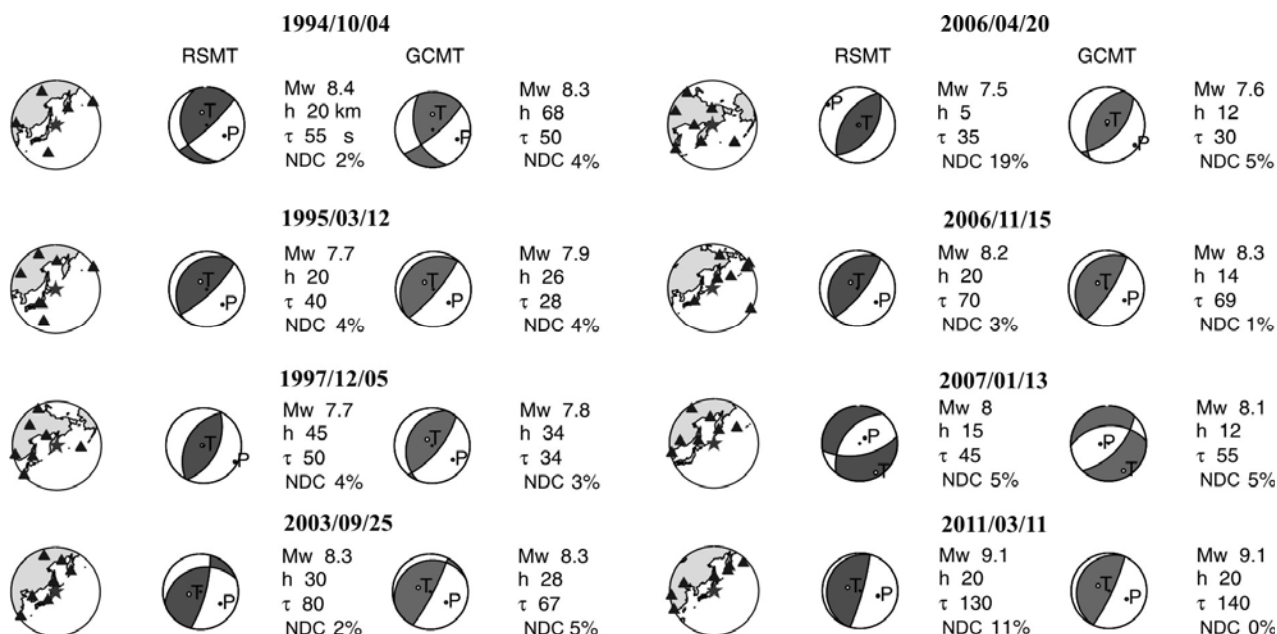


Fig. 1. Summary of results of this study (RSMT) and those of CMT estimations (GCMT, <http://www.globalcmt.org>). Epicenter and station locations are shown. NDC is the percentage of non double part of the SMT.

Practical estimation of SMT was performed for 8 largest earthquakes occurred in the Far East of Russia and Japan (Mw 7.6-9.1) (fig. 1). In figures 2, 3 details are shown for the largest (Mw 9.1) Tohoku earthquake 2011/3/11.

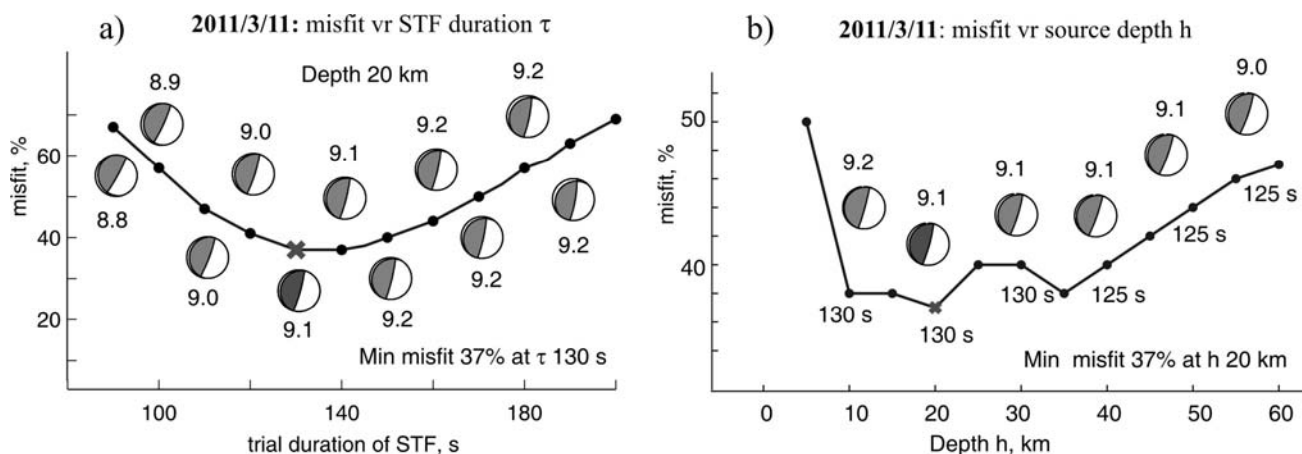


Fig. 2. Dependence of misfit on duration (a) and depth (b).

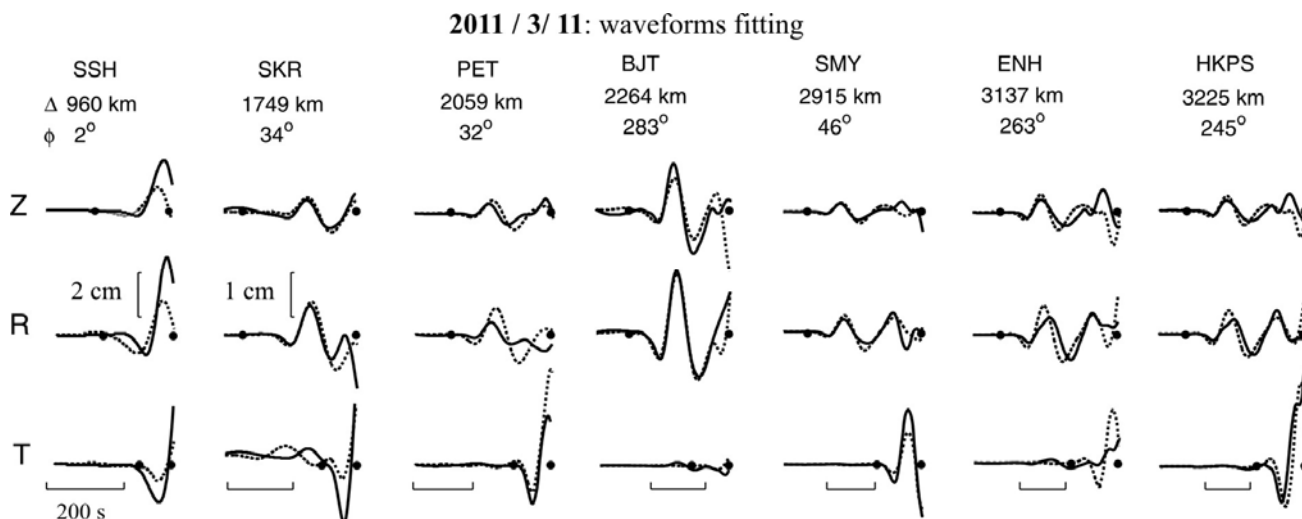


Fig. 3. Observed (solid lines) and calculated (dashed lines) displacements for 2011/3/11 event (Mw 9.1). The points mark the fitting intervals. Epicentral distances and azimuths of the used stations are shown. The period band is 100-300 seconds.

References

- Abubakirov I.R., Pavlov V. A moment tensor estimation algorithm for regional earthquakes // Problems of seismicity and recent geodynamics of the Far East and Eastern Siberia: June 1-4, 2010, Khabarovsk, Eds. V.G. Bykov, A.N. Didenko. P. 235-338 (in Russian).
- Pavlov V.M. Matrix impedance in the problem of the calculation of synthetic seismograms for a layered-homogeneous isotropic elastic medium // Izvestiya, Physics of the Solid Earth, 2009. V. 45. No. 10. P. 848-858.
- Pavlov V.M., Abubakirov I.R.. A moment tensor estimation algorithm based on a new method of synthetic seismogram calculation // JKASP-2009. June 22-26, 2009. Abstracts. Geophysical Institute, University of Alaska. Fairbanks, Alaska. P. 155-156.

ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТЕНЗОРА МОМЕНТА ПО РЕГИОНАЛЬНЫМ ШИРОКОПОЛОСНЫМ СЕЙСМОГРАММАМ

Павлов В.М., Абубакиров И.Р.

Камчатский филиал Геофизической службы РАН, Петропавловск-Камчатский, Россия

Тензор сейсмического момента (ТСМ) содержит информацию о механизме и моментной магнитуде M_w очага землетрясения. Надежные и быстрые оценки ТСМ, а также оценки глубины и очаговой длительности землетрясений имеют первостепенное значение для оценки потенциального ущерба и прогноза цунами.

Ранее в работах авторов [1, 3] был разработан интерактивный алгоритм одновременной оценки ТСМ, глубины и очаговой длительности по полным региональным широкополосным сейсмограммам. Опробование алгоритма для 5 сильных ($M_w=7.6-8.3$) землетрясений было успешным. Вместе с тем было обнаружено, что поверхностные волны зачастую искажены помехами на периодах больших 120 секунд, что приводит к занижению оценки M_w сильных землетрясений.

В данной работе предлагается модифицированная версия алгоритма, которая может использовать только объемные волны. Оба алгоритма сходны в следующем. Излучение протяженного очага на низких частотах аппроксимируется излучением точечного источника с треугольной временной функцией (ВФИ) длительности τ . При фиксированных глубине источника h и продолжительности ВФИ τ , ТСМ (с нулевым следом) вычисляется при помощи линейной инверсии. Наилучшая оценка ТСМ ищется перебором по значениям h и τ . Новый алгоритм отличается от предыдущего тем, что: (1) деконволюция проводится во временной области; (2) процедура выбора сегментов для подгонки автоматизирована; (3) используется библиотека функций Грина (рассчитывались по алгоритму работы [2]). В результате алгоритм становится полуавтоматическим – не автоматизирована лишь процедура отбора исходных сейсмограмм.

Алгоритм был применен к 8 наиболее сильным землетрясениям Дальнего Востока России и Японии (M_w 7.6-9.1) (рис. 1). На рис. 2, 3 приведены подробности для крупнейшего (M_w 9.1) землетрясения Тохоку 2011/3/11.

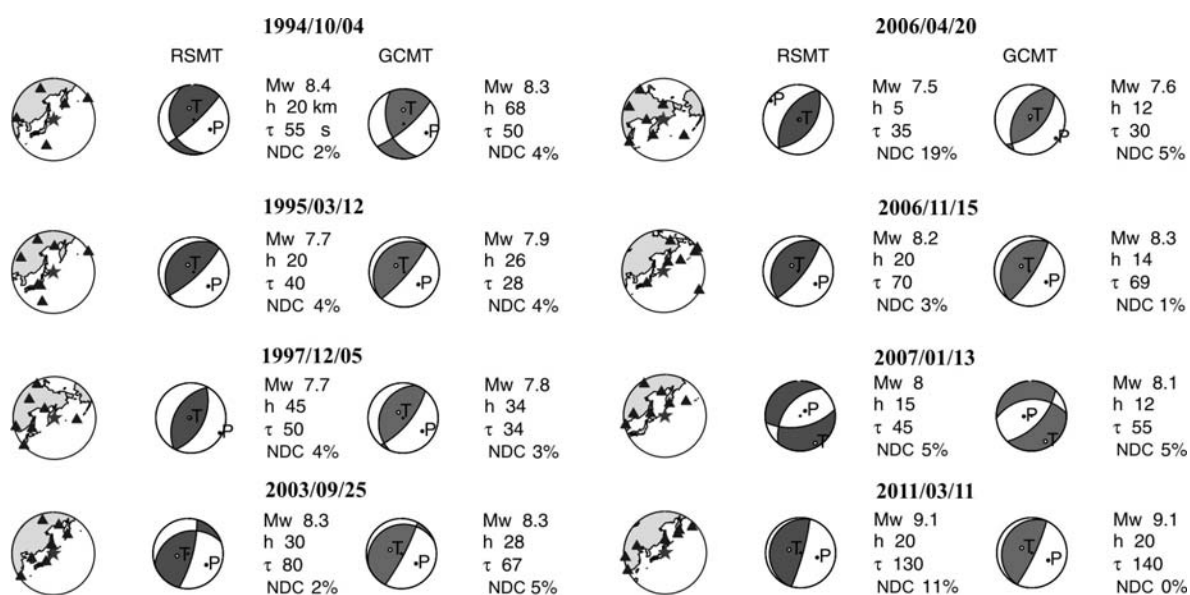


Рис. 1. Сводка результатов данной работы (RSMT) и СМТ оценок (GCMT), <http://www.globalcmt.org>). Показано положение эпицентров и станций. NDC – коэффициент отклонения от двойного диполя без момента.

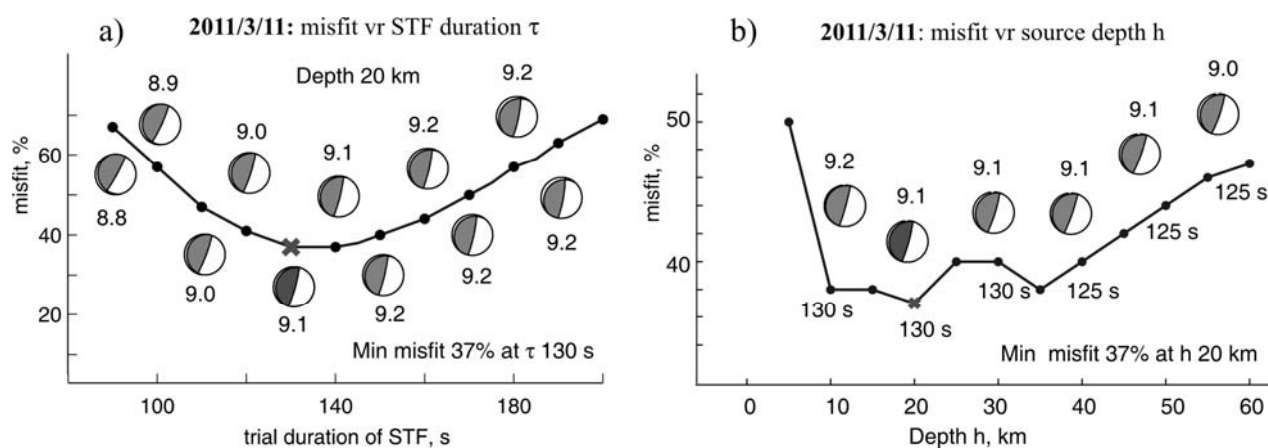


Рис. 2. Зависимость невязки от длительности ВФИ (а) и глубины (б).

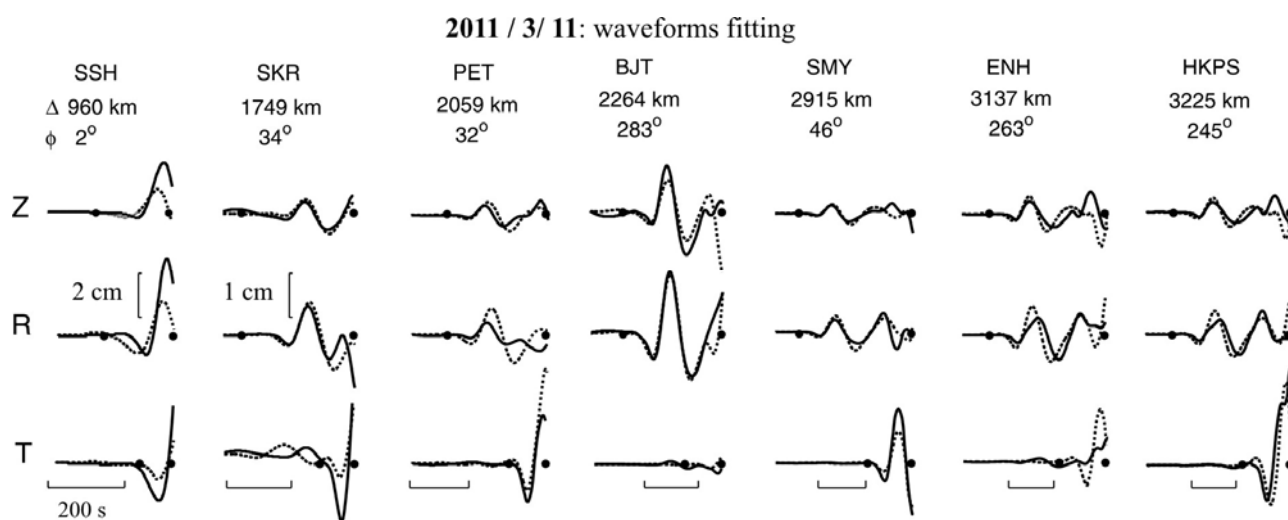


Рис. 3. Наблюдаемые (сплошные) и рассчитанные (пунктирные) смещения для землетрясения 2011/3/11 (Mw 9.1). Точки отмечают интервал подгонки. Приведены значения эпицентральных расстояний и азимутов использованных станций. Полоса периодов 100-300 секунд.

Список литературы

1. Абубакиров И.Р., Павлов В.М. Алгоритм расчета тензора сейсмического момента для региональных землетрясений // Проблемы сейсмичности и современной геодинамики Дальнего Востока и Восточной Сибири: 1–4 июня 2010, Хабаровск / ред. В.Г. Быков, А.Н. Диденко. С. 235-238.
2. Павлов В.М. Матричный импеданс в задаче расчета синтетических сейсмограмм в слоисто-однородной изотропной упругой среде // Физика Земли. 2009. № 10. С. 14-24.
3. Pavlov V.M., Abubakirov I.R.. A moment tensor estimation algorithm based on a new method of synthetic seismogram calculation // JKASP-2009. June 22-26, 2009. Abstracts. Geophysical Institute, University of Alaska. Fairbanks, Alaska. P. 155-156.