

УДК 550.34

ЯПОНСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 11.03.2011 г. И ЕГО АФТЕРШОКИ ПО ЗАПИСЯМ СТАНЦИЙ НЯЦ РК

Сейнасинов Н.А., Михайлова Н.Н.

Институт геофизических исследований НЯЦ РК, Курчатов, Казахстан

Приведены результаты обработки сейсмограмм Японского землетрясения с $M_w=9,0$ и более 800 его афтершоков из района близ острова Хонсю, зарегистрированных станциями НЯЦ РК. Изучены характеристики разрыва в очаге сильного землетрясения, построена карта эпицентров афтершоков и установлен временной ход затухания афтершоковой деятельности.

11 марта 2011 года вблизи тихоокеанского побережья острова Хонсю (Япония) произошло землетрясение на глубине 22 км с эпицентром примерно в 100 км от г. Мияге и в 400 км от г. Токио. Землетрясение стало сильнейшей катастрофой за всю историю Японии. Этому способствовали как уникально сильные по степени сейсмического воздействия толчки, так и мощное цунами, разрушившее ряд прибрежных городов. Кроме того, эффект землетрясения был усилен опасной радиационной обстановкой, сложившейся на атомной электростанции Фукусима-1, не преодоленной до настоящего времени. Количество жертв и пропавших без вести составляет более 23000 человек. На рисунке 1 показан эпицентр главного толчка японского землетрясения 11.03.2011г.

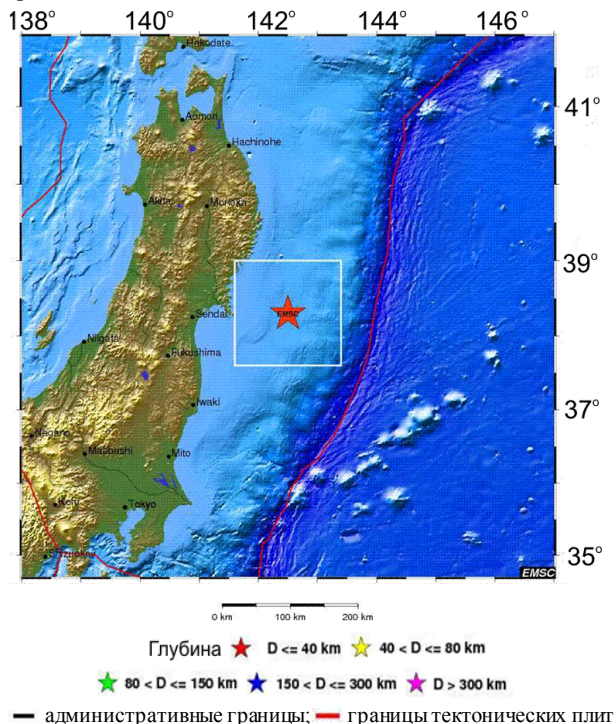


Рисунок 1. Карта расположения эпицентра японского землетрясения 11 марта 2011 года

Географически очаг находится в так называемой “зоне субдукции” (рисунок 2). Здесь проходит граница тектонических плит, находящихся в постоянном движении одна относительно другой. В зоне

японского желоба тихоокеанская плита подвигается под евразийскую плиту. Южнее японского желоба в западном направлении движется филиппинская плита. В историческом прошлом вблизи Японии известны и другие сильнейшие землетрясения, магнитуда которых достигала значений 8,4. Так, в 1933г. севернее изучаемого района произошло землетрясение Санрику с магнитудой $M_w=8,4$.

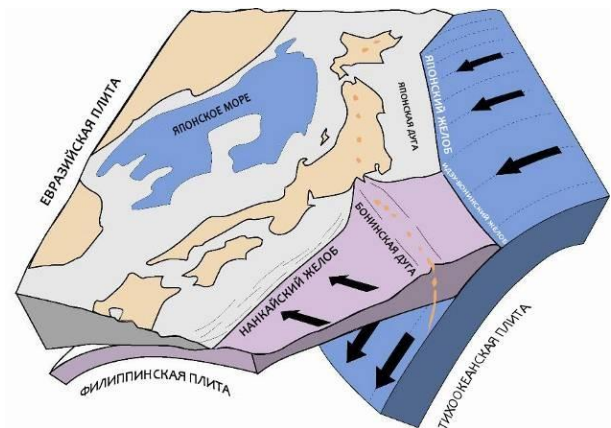


Рисунок 2. Тектоническая ситуация в районе землетрясения 11 марта 2011 года

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАПИСЕЙ ГЛАВНОГО ЯПОНСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ, ЗАРЕГИСТРИРОВАННЫХ СТАНЦИЯМИ НЯЦ РК

В Центр данных ИГИ НЯЦ РК в режиме реального времени поступают данные станций, входящих в несколько международных сетей мониторинга [1]: MCM ОДВЗЯИ, AFTAC, CAREMON, IRIS, KNET (рисунок 3). 11 марта в 05:53 минут (GMT) в Центр данных в г.Алматы стали поступать сигналы от сильнейшего землетрясения. Практически все станции НЯЦ РК в полном объеме получили и передали данные по этому событию. На рисунке 4 показаны сейсмограммы станций сети НЯЦ РК с выделенным моментом первого вступления сигнала от японского землетрясения.

Волновая картина этого события очень сложна для интерпретации: наблюдалось большое число различных вступлений, не связанных с приходом волн, прошедших другими путями распространения. Вступления определялись сложным протяженным разрывом в очаге землетрясения.

имеющей наибольший угловой створ на разрыв. На рисунке 5 показана рассчитанная азимутальная диаграмма. Цветом отображено разное время появления сигналов с данным азимутом на станции. За первые три минуты с начала записи диапазон изменения азимута составил 4°. В целом, это соответствует размеру очага, полученному позднее по распределению афтершоков и равному 400 – 500 км. На рисунке 6 показан график изменения азимута во времени (красные точки). Как следует из этого рисунка, сначала разрыв развивался на север, чему соответствует незначительное уменьшение значений азимута, затем, примерно через две минуты, начался процесс от гипоцентра в другую сторону – на юг, причем скорость вспарывания в этом направлении была значительно больше. Азимут увеличился от 82,6° до 87°. Этот ход изменения азимута подтверждает вывод о процессе в очаге, который не может быть однозначно охарактеризован как простой сдвиг или надвиг.

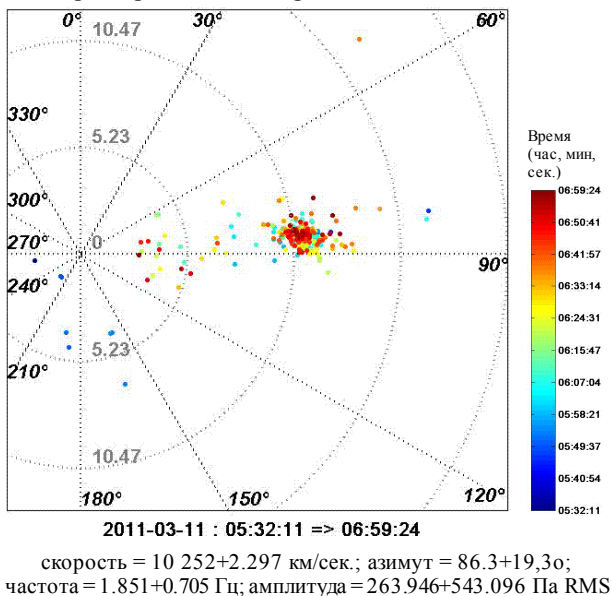


Рисунок 5. Азимутальная диаграмма по данным японского землетрясения

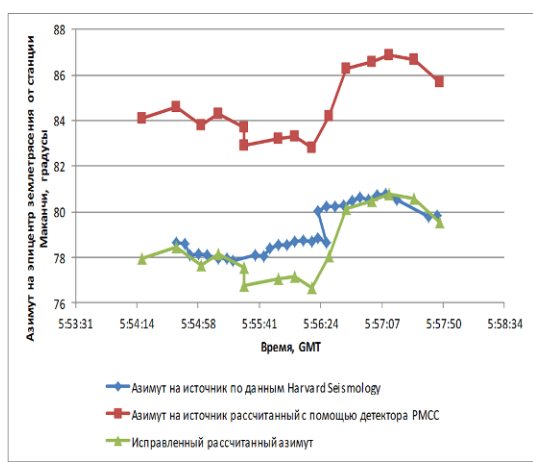


Рисунок 6. Временные изменения азимута в процессе распространения разрыва

После введения поправки в значения азимута - 7,1°, получена зависимость, показанная на рисунке 6 зеленым цветом. Проведено сопоставление хода изменения азимута, полученного по данным сейсмической группы Маканчи, с результатами расчетов, проведенными группой сейсмологов в Гарварде по данным мировой сети станций [6]. Как видно, данные Гарварда и описанные расчеты хорошо согласуются. Тем самым показана принципиальная возможность слежения за развитием разрыва с расстояния даже почти 5000 км при наличии чувствительной сейсмической группы и при условии приемлемого расположения относительно протяженного распространяющегося разрыва.

Таким образом, показано, что очаг японского землетрясения представлял собой протяженный в пространстве разрыв, распространявшийся в разных от гипоцентра направлениях. Общая длина очага составляет 400 – 500 км, общее время излучения в очаге примерно три минуты.

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ АФТЕРШОКОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Японское землетрясение Mw=9.0 примечательно не только наличием огромного количество афтершоков, но и тем, что среди них есть сильнейшие, сами по себе представляющие сейсмические катастрофы. Центр данных начал регистрировать и обрабатывать афтершоки сразу же после главного толчка. Ежедневно регистрируется до десятка событий из японского землетрясения. Как показал анализ, станции НЯЦ РК могут регистрировать события из этой области, начиная с магнитуды 4,0. Более слабые землетрясения станции не обнаруживают. За двадцать дней после главного толчка было зарегистрировано более 800 землетрясений с M более 4,0. Распределение афтершоков по магнитуде представлено на рисунке 7.

Все зарегистрированные афтершоки локализованы, составлен каталог основных параметров их, построена карта эпицентров афтершоков и форшоков (рисунок 8).

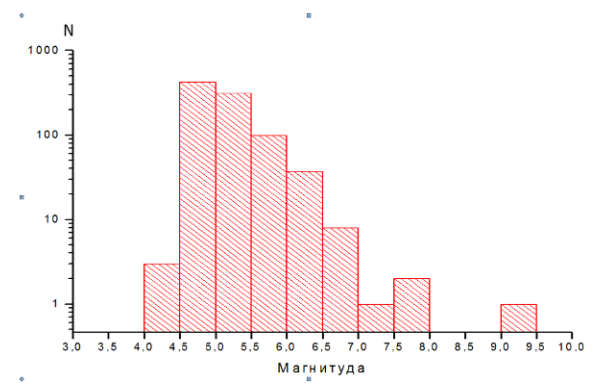
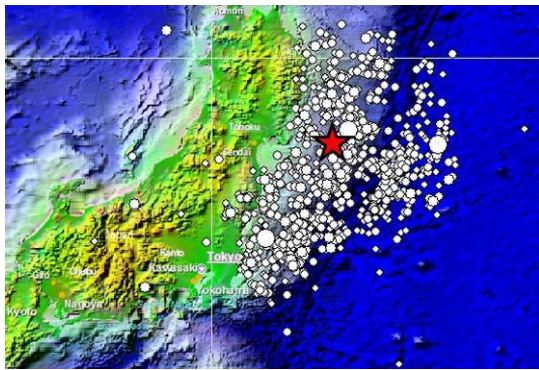


Рисунок 7. Гистограмма афтершоков японского землетрясения по магнитудам



Звездочка - эпицентр главного толчка

Рисунок 8. Эпицентры фошников и афтершоков японского землетрясения 11.03.2011г.

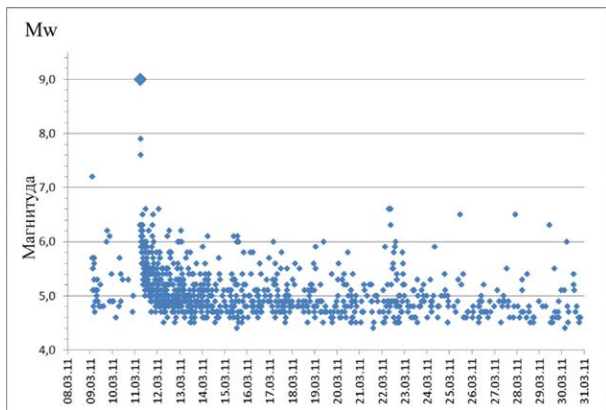


Рисунок 9. Временной ход афтершоковой деятельности в течение 9.03.2011г. – 31.03.2011г.

Поле афтершоков характеризуется линейными размерами $L=600$ км, $W=150$ км. Видно, что очаговая область по афтершокам распространяется как на север и северо-запад, так и на юго-запад от эпицентра главного толчка, что соответствует полученному

ЛИТЕРАТУРА

1. Михайлова, Н.Н. Казахстанская система сейсмических наблюдений Института геофизических исследований Национального ядерного центра и ее информационные возможности / Н.Н. Михайлова // Обеспечение сейсмической безопасности города Алматы: Сборник научных трудов научно-технической конференции / Департамент по ЧС МЧС РК. - Алматы. - 2009. - 88 с.
2. Сейсмический каталог Европейского Средиземноморского сейсмологического Центра (EMSC) [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.emsc-csem.org/>.
3. Сейсмический каталог Геологической службы США (USGS) [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqarchives/epic/>.
4. Capon, J. High-resolution frequency-wavenumber spectrum analysis / J Capon // Proc. IEEE, 1969. – 57. – P. 1408 - 1418.
5. Cansi, Y. An automatic seismic event processing for detection and location: The P.M.C.C. method / Y. Cansi // Geophysical research letters, 1995 -Vol. 22, No. 9. – P. 1021 - 1024.
6. Kizer, Eric. Preliminary Rupture Modelling of the March 11, 2011 Tohoku-Chiho Taiheiy-o-Oki Earthquake and Sequence of Events using the USArray Transportable Array. Harvard University, USA // [Электронный ресурс] Режим доступа : http://seismology.harvard.edu/research_japan.html.

результату по распространению разрыва. Построен график временного хода афтершоков за период с 09.03.2011г. по 31.03.2011г. (рисунок 9).

Интересно то, что за два дня до главного толчка - 09.03.2011 г., в этом же районе произошел сильный фошнок с магнитудой 7,2. Это землетрясение ощущалось на значительной территории Японии, но не вызвало серьезных повреждений и разрушений. После землетрясения 09.03.2011 г. последовал рой афтершоков, сильнее из которых имели магнитуду 6,2. Затухание афтершоковой деятельности происходило нормально, трудно было предположить, что после этого может возникнуть еще более сильное землетрясение. Следует отметить, что фошнок с $M=7,2$ произошел севернее будущего главного японского землетрясения. После главного толчка был отмечен первый сильный афтершок с магнитудой 7,2. Он расположен на юго-запад от главного толчка. Три события произошли на одной линии, а в пространстве – практически на одной плоскости, которая, по видимому, является главной плоскостью разрыва. По данным определения механизма очага эта плоскость выделена в качестве наиболее вероятной плоскости разрыва.

Таким образом, по полученным результатам можно отметить, что сеть станций НЯЦ РК успешно зарегистрировала всю последовательность землетрясений в районе острова Хонсю – фошники, главный толчок с $Mw=9.0$ и сотни афтершоков. Наличие сейсмических групп представляет уникальную возможность не только локализовать гипоцентр толчка, но и проследить процесс разрываобразования, в который вовлечена громадная пространственная область, протяженностью около 600 км.

**ҚР ҰЯО СТАНЦИЯЛАРЫНЫҢ ЖАЗБАЛАРЫ БОЙЫНША 2011 Ж.
03.11-ІНДЕГІ ЖАПОНИЯДАҒЫ ЖЕРСІЛКІНУ ЖӘНЕ ОНЫҢ АФТЕРШОКТАРЫ**

Сейнасинов Н.А., Михайлова Н.Н.

ҚР ҰЯО Геофизикалық зерттеулер институты, Курчатов, Қазақстан

ҚР ҰЯО станцияларымен тіркелген, Хонсю аралы жанындағы ауданнан Жапониядағы $M_w=9,0$ жерсілкінудің және оның 800 астам афтершоктардың сейсмограммаларын өңдеу нәтижелері келтірілген. Қатты жерсілкінудің ошағында жарылымның сипаттамалары зерделенген, афтершоктардың эпиорталықтар карталары жасалған және афтершоктық іс-қоймылы өшуінің уақыттық барысы анықталған.

JAPANESE EARTHQUAKE 11.03.2011 AND ITS AFTERSHOCKS AS RECORDED BY NNC RK STATIONS

N.A. Seynasinov, N.N. Mikhailova

Institute of Geophysical Researches NNC RK, Kurchatov, Kazakhstan

The results of processed seismograms of Japanese earthquake with $M_w=9$ and more than 800 of its aftershocks near Honshu island recorded by station network NNC RK have been provided. Rupture features in the focus of this strong event has been studied. The map of aftershock epicenters was build and time dependence to aftershocks attenuations was determined.