

УДК 551: 550.34

ОЦЕНКА МАКРОСЕЙСМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ОЛЮТОРСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ 20(21).04.2006 г. НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ЕГО ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЯВЛЕНИЙ

© 2010 г. С.С. Новиков

Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, г. Москва, Россия

Приведены результаты оценки сейсмической интенсивности для эпицентральной зоны сильнейшего Олюторского землетрясения, произошедшего в 2006 г. в Корьякии на севере Камчатского края. При оценке макросейсмического воздействия использованы характеристики геологических нарушений поверхности с привлечением макросейсмической шкалы *ЕЕЕ*. Анализировались не только масштабы повреждения зданий и сооружений, но и сейсмодислокации – первичные (сейсморазрывы) и вторичные (сейсмогравитационные и вибрационные). При этом учитывались инженерно-гидрогеологические свойства грунтов в районе возникновения землетрясения. Сопоставление интенсивности, установленной на основе анализа параметров сейсмодислокаций разного типа, позволило сделать вывод о реальности сейсмических воздействий до 11 баллов. Учитывая, что данные, получаемые при анализе первичных и вторичных сейсмодислокаций, более полно характеризуют произошедшее землетрясение, нежели сведения о реакции на него зданий и сооружений, можно утверждать, что макросейсмический эффект Олюторского землетрясения 2006 г. был более значительным, чем это считалось ранее.

Ключевые слова: землетрясение, сейсморазрыв, интенсивность, макросейсмическая шкала, геодинамика.

Введение

Олюторское землетрясение, произошедшее 20(21).04.2006 г. с магнитудой $M_S=7.8$ ($M_w=7.6$), явилось для севера Камчатского края сильнейшим за всю историю наблюдений в этом районе. Эпицентральная область охватила зону Пыльгинского и Ветвейского хребтов Корьякского нагорья, а также долину р. Вывенка (рис. 1). Несмотря на высокую магнитуду, землетрясение не вызвало человеческих жертв и не привело к полному разрушению зданий в эпицентральной области, лишь повредив их в той или иной степени [Рогожин, Гордеев, Чебров, 2007; Рогожин и др., 2007]. Это, в первую очередь, обусловлено низкой плотностью населения в районе и особенностями застройки – деревянные, в основном одноэтажные и двухэтажные дома, сложенные из бруса и обшитые досками, оказались достаточно устойчивыми. Следствием этих факторов стала низкая оценка макросейсмического эффекта Олюторского землетрясения [Константинова, 2007]. В то же время в результате этого землетрясения на поверхности земли возникла мощная система первичных и вторичных сейсмодислокаций, которые в ходе полевых наблюдений были детально изучены и закартированы автором на ряде участков. Был обнаружен относимый к первичным дислокациям выход на поверхность сейсмического очага, имеющий вид протяженного сейсморазрыва длиной около 140 км. Вторичные – гравитационные и вибрационные – нарушения поверхности представлены оползнями грунта и небольшими обвалами горных пород, оплывинами снега на склонах, резонансными трещинами, структурами разжижения грунта в виде его трещинных излияний, грязевых сопков, грифонов. Анализ собранных данных позволил дать независимую оценку макросейсмического эффекта этого сильнейшего для Камчатского края землетрясения.

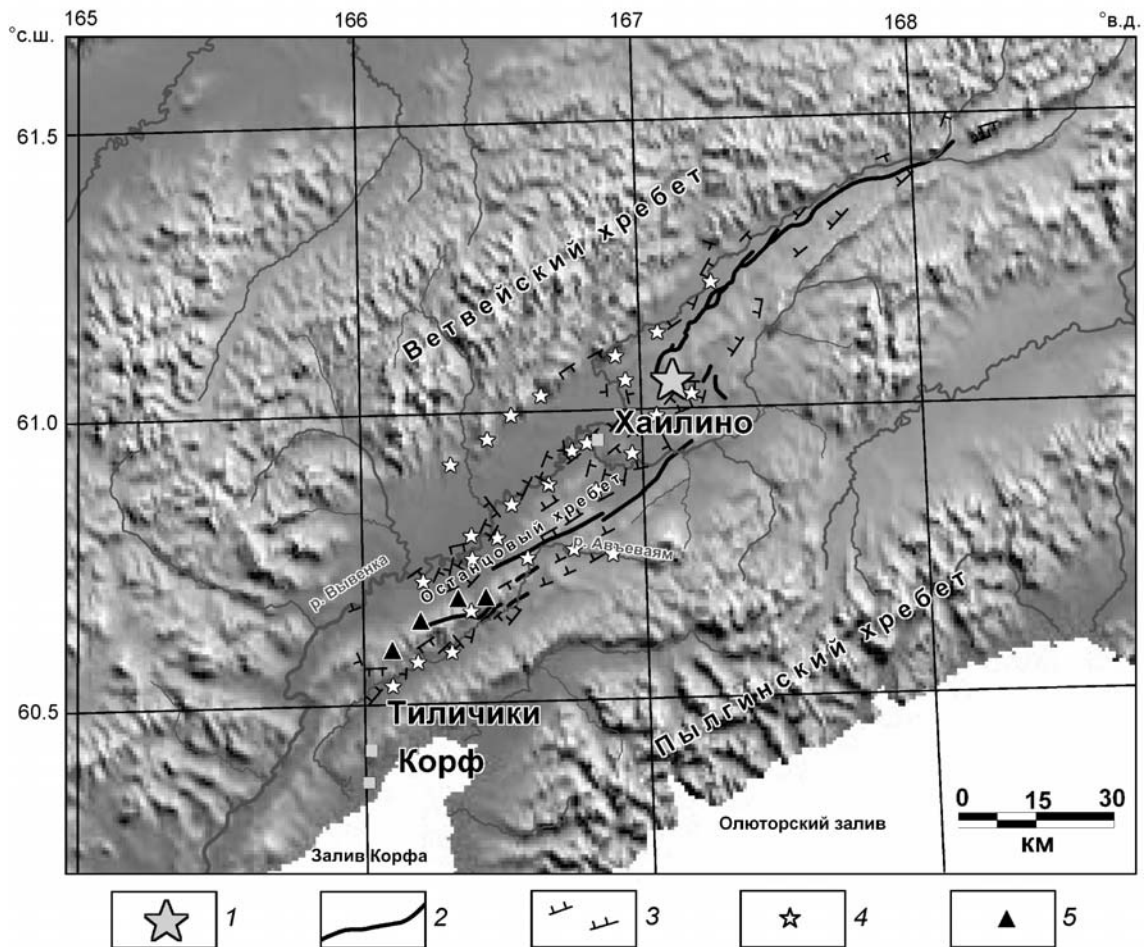


Рис. 1. Схема распределения сейсмодислокаций в эпицентральной области Олюторского землетрясения 20(21).04.2006 г.

1 – эпицентр очага землетрясения; 2 – трасса сейсморазрыва; 3 – места сейсмогравитационных и вибрационных проявлений; 4 – участки широкого распространения выбросов и разливов разжиженного грунта; 5 – крупные сейсмогравитационные структуры (оползни и обвалы)

Описание полевого материала

Олюторское землетрясение сопровождалось многочисленными нарушениями земной поверхности. При этом, как уже отмечалось, возникли первичные (сейсморазрывы) и вторичные (сейсмогравитационные и вибрационные) сейсмодислокации.

В ходе полевых работ, проведенных в 2006 г. в зоне выхода сейсмического очага на поверхность, были выявлены три сегмента с различной структурой и кинематикой смещений – юго-западный, центральный и северо-восточный [Рогожин и др., 2007].

Юго-западный сегмент представляет собой изолированный разрыв длиной около 16 км на правом борту долины р. Авъеваям. Его бо́льшая (юго-западная) часть имеет левосдвиговую кинематику. Амплитуда сдвига, измеренная по смещению разорванных корней кустарников, составляет 1.3–1.8 м.

В пределах центрального сегмента, общая длина которого составляет около 40 км, прослеживается эшелонированная система отдельных ориентированных в направлении восток–северо-восток разрывов с правосдвиговой кинематикой смещений. Амплитуда горизонтального смещения, установленная по нарушенным дорогам и тропам, достигает 0.5–1.3 м.

Последний сегмент простирается в северо-восточном направлении вдоль левого борта долины р. Вывенки и имеет длину около 75 км. В нем сейсморазрыв характеризуется взбросо-сдвиговой кинематикой сейсмогенной подвижки и отличается сложным строением; часто он разделен на две-три параллельные ветви. При пересечении с долинами рек разрыв, как правило, объединяется в единую зону шириной до 5 м. Амплитуда правосдвигового смещения, измеренная по деформациям русел водотоков, не превышает 1 м. Доминирует взбросо-надвиговая составляющая, особенно ярко проявляющаяся на отрезках меридионального простирания сейсмического разрыва. Амплитуда вертикальной составляющей сейсмогенной подвижки достигает 3 м.

Группа вторичных нарушений включает вибрационные и гравитационные структуры: осыпи, трещины, грифоны и грязевые сопки. Осыпи мелкообломочного материала вулканомиктового состава, небольшие оползни в рыхлых отложениях, оплывины снега образовались в привершинных частях склонов гор и холмов. Зияющие трещины растяжения либо бессистемно распределены по поверхности, не имея какого-либо преобладающего простирания, либо, что встречается чаще, ориентированы параллельно тем или иным элементам микрорельефа [Рогожин, Гордеев, Чебров, 2007]. Со многими вибрационными трещинами связаны специфические сейсмодислокации, возникшие в результате разжижения грунта, – грифоны, песчаные сопки, разливы обводненного песка и песчано-гравийной массы на обширных участках вдоль названных трещин (рис. 2). Сейсмодислокации такого типа встречены только на участках, где почвенные и грунтовые воды располагаются вблизи земной поверхности [Константинова, 2007].



Рис. 2. Выбросы обводненного песка вдоль вибрационной трещины в пос. Корф (фото Е.А. Рогожина)

Ранее оценка сейсмической интенсивности в районе была выполнена на основе анализа характера повреждений общественных зданий, жилых домов и нарушения грунта. Так, в поселках Тилички, Корф и в селе Хаилино на основании возникших в результате землетрясения многочисленных повреждений зданий и сооружений интенсивность была оценена в 8–9 баллов по 12-балльной шкале *MSK-64* [Рогожин, Гордеев, Чебров, 2007; Рогожин и др., 2007; Константинова, 2007]. На основании же изучения сейсмодислокаций в пределах зоны сейсморазрыва фактическая интенсивность сейсмических проявлений оценивается по той же шкале в 10 баллов. Для этой зоны воздействий, расположенной примерно в 10 км к югу от с. Хаилино и 25 км к северу–северо-востоку от пос. Тилички, характерно распространение трещин, сопряженных с главным разрывом и оперяющих его в полосе шириной около 10 км.

Обсуждение результатов

Область распространения первичных и вторичных сейсмодислокаций в плане имеет форму эллипса (рис. 3). Длинная ось эллипса ориентирована в направлении юго-запад–северо-восток и имеет длину около 190 км, длина короткой оси около 50 км. Площадь, затронутая изученными нарушениями поверхности (≈ 7600 кв. км), а также амплитуда смещений по сейсморазрывам позволяют оценить уровень интенсивности сейсмических сотрясений в эпицентральной области в 11 баллов по новой макросейсмической шкале *ЕЕЕ*, учитывающей геологические проявления землетрясений [Рогожин, 2009; Татевосян и др., 2006].

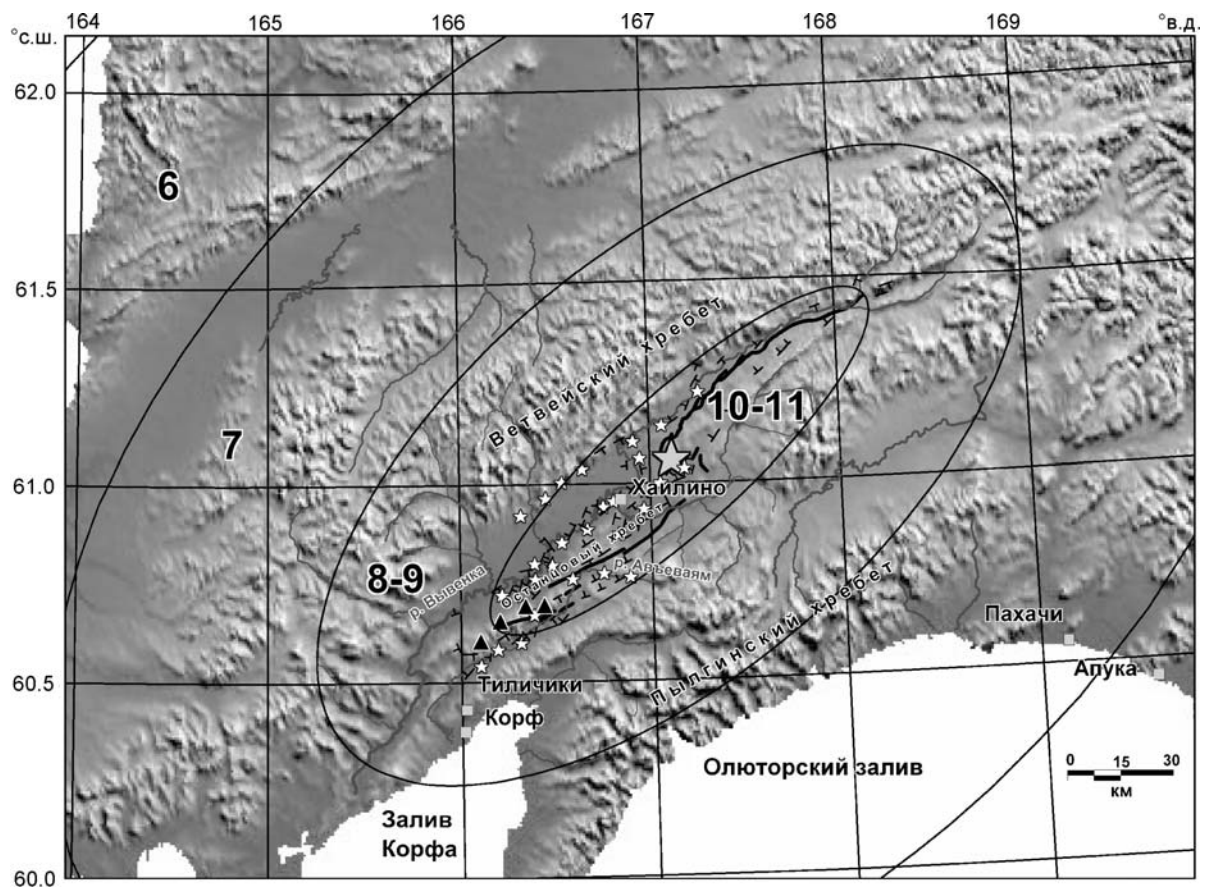


Рис. 3. Карта изосейст Олюторского землетрясения 20 (21).04.2006 г.

Тонкие линии – изосейсты, цифры 6–11 – интенсивность в баллах по шкале *ЕЕЕ*. Другие условные знаки – см. рис. 1

Максимальная амплитуда горизонтальных сдвиговых подвижек по разлому достигает 1.5 м, вертикальных, максимально проявленных в северо-восточном сегменте, – 2–3 м, что соответствует эпицентральной интенсивности 10–11 баллов по шкале *EEE*. При этом по амплитуде подвижек зона попадает как в 10-, так и 11-балльную область, а по протяженности сейсморазрыва – в 11-балльную [Рогожин, 2009; Intensity..., 2007].

Масштаб вибрационных эффектов землетрясения позволяет отнести эпицентральную зону Олюторского землетрясения также к 10–11-балльной зоне интенсивности по шкале *EEE* [Татевосян и др., 2006].

Заключение

Проведенные автором полевые наблюдения и последующий анализ собранных данных выявили практически полное совпадение оценки интенсивности по параметрам первичных и вторичных сейсмодислокаций – 10–11 баллов по шкале *EEE*. В то же время оценка максимального макросейсмического эффекта по реакции на сейсмическое воздействие зданий и сооружений значительно ниже – по шкале *MSK-64* эффект не превышает 8–9 баллов для эпицентральной области в целом и 10 баллов по геологическим проявлениям в зоне сейсморазрыва.

Такие разные оценки интенсивности проявлений одного и того же землетрясения, по-видимому, должны учитываться при разработке новой макросейсмической шкалы.

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (гранты № 05-05-64170-а, 06-05-02101-э_к и 08-05-00103-а).

Литература

- Константинова Т.Г. Макросейсмическое обследование последствий Олюторского землетрясения 20 (21) апреля 2006 г. // Олюторское землетрясение 20 (21) апреля 2006 г. Корякское нагорье. Первые результаты исследований. Петропавловск-Камчатский, 2007. С.54–125.
- Рогожин Е.А. О проекте новой макросейсмической шкалы *EEE* // Землетрясения Северной Евразии. Обнинск: ГС РАН, 2009. 434 с.
- Рогожин Е.А., Гордеев Е.И., Чебров В.Н. Сильное землетрясение в Корякии 20 (21) апреля 2006 г.: результаты предварительного изучения // Физика Земли. 2007. № 2. С.12–20.
- Рогожин Е.А., Овсяченко А.Н., Мараханов А.В., Новиков С.С., Пинегина Т.К. Олюторское землетрясение в Корякии 20 (21) апреля 2006 г.: результаты геологического и макросейсмического изучения эпицентральной области // Олюторское землетрясение 20 (21) апреля 2006 г. Корякское нагорье. Первые результаты исследований. Петропавловск-Камчатский, 2007. С.170–206.
- Татевосян Р.Э., Рогожин Е.А., Гваррери Л. Микетти А.М., Серва Л., Виттори Э. Эффекты землетрясения в природной среде (*EEE*) и оценка интенсивности: проект шкалы *INQUA* // Исследования по сейсмотектонике и современной геодинамике. М.: ИФЗ РАН, 2006. С.149–168.
- Intensity scale *ESI* / Eds. L.Guerrieri, E.Vittori. Roma. System Cart. 2007, 74 p. Carta Geol. D' Italia, V. LXXIV.

Сведения об авторе

НОВИКОВ Сергей Сергеевич – научный сотрудник, Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН. 123995, ГСП-5, Москва, Д-242, ул. Большая Грузинская, д. 10. Тел.: 499-254-90-15. E-mail: sergeich@ifz.ru

MACROSEISMIC EFFECT OF THE OL'UTOR EARTHQUAKE (20(21) APRIL, 2006) FROM A POSITION OF ITS GEOLOGICAL DISPLAYS

S.S. Novikov

Schmidt Institute of Physics of the Earth, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Abstract. Results of estimation of seismic intensity for the epicenter area of the strong Ol'utor earthquake (2006, Northern Kamchatka) are presented. Specific characteristics of surface geological ruptures were utilized as the complementary method of estimation of macroseismic impact on the basis of the EEE macroseismic scale. The scale of damage caused by earthquake to buildings and infrastructure have been analyzed as well as seismic dislocations, both primary (seismic ruptures) and secondary (seismo-gravitational and vibro-seismic effects); also the hydro-geological conditions and industrial properties of soils in the area round the epicenter have been taken into account. Comparison of the intensity obtained from analysis of parameters of seismic dislocations of various types allows one to consider the possibility of past seismic event with intensity up to rating 11. Since the results obtained from analysis of primary and secondary seismic dislocations related to certain earthquake are apparently more informative/complete in comparison to quantification of damage caused by this earthquake to buildings and infrastructure may we declare that macroseismic effect caused by the strong Ol'utor earthquake (2006) was significantly underestimated in previous studies.

Keywords: earthquake, seismic faults, intensity, macroseismic scale, geodynamics.