

УДК 550.34

СИЛЬНЕЙШЕЕ СОВРЕМЕННОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ В ВЕРХНЕМ ПРИАМУРЬЕ 14 ОКТЯБРЯ 2011 ГОДА: ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПЛЕКСНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

© 2012 г. Академик А. И. Ханчук, Д. А. Сафонов, Я. Б. Радзиминович, Н. С. Коваленко,
А. В. Коновалов, Н. В. Шестаков, В. Г. Быков, М. А. Серов, А. А. Сорокин

Поступило 19.03.2012 г.

14 октября 2011 г. в 06 ч 10 мин по всемирному времени (16 ч 10 мин по местному) в Сковородинском районе Амурской области произошло сильное землетрясение ($MLH = 6.2$), ощущавшееся в близлежащих населенных пунктах с интенсивностью до 7 баллов по шкале MSK-64. Это землетрясение стало самым сильным сейсмическим событием, произошедшим в указанном районе за весь период инструментальных сейсмологических наблюдений.

Согласно карте ОСР-97 [1], период повторяемости 7-балльных сотрясений для территории Сковородинского района составляет 200–500 лет. По данным Л.С. Оскорбина [2], в период с 1863 по 1994 гг. максимальная интенсивность макросей-

смических проявлений в г. Сковородино 5 баллов была зафиксирована в результате Южно-Якутского землетрясения 1989 г. ($MLH = 6.6$, $h = 27$ км), произошедшего более чем в 300 км севернее города. Всего же за столетний период инструментальных наблюдений на прилегающей территории (рис. 1) зарегистрировано шесть землетрясений с магнитудой $M \sim 5.0–5.5$. При этом, как минимум, три события: землетрясение на Зейской Пристанни 6 августа 1911 г. ($M = 5.0$, $h = 10$ км) [3], Гилойское 13 июня 1972 г. ($M = 5.6$, $h = 18$ км) [4] и Зейское 2 ноября 1973 г. ($M = 5.5$, $h = 20$ км) [5] – вызывали в близэпицентральных населенных пунктах сотрясения с интенсивностью до 7–8 баллов.

Согласно определениям Сахалинского филиала Геофизической службы РАН (СФ ГС РАН), в зоне ответственности которого находится данная территория, эпицентр Сковородинского землетрясения был локализован в точке с координатами $54.05 \pm 0.09^\circ$ с.ш., $123.80 \pm 0.06^\circ$ в.д.; очаг землетрясения находился на глубине 18 км; расчетное значение магнитуды составило $MLH = 6.2$, что сравнимо с результатами определений других сейсмологических агентств.

Определение механизма очага землетрясения по знакам первых вступлений было выполнено при помощи программы FOCMEC [7], интегрированной в комплекс сейсмологических программ SEISAN. В качестве исходной информации использовались инструментальные данные глобальной сейсмографической сети IRIS, региональных сейсмологических сетей СФ ГС РАН и Байкальского филиала ГС СО РАН, а также сейсмологической сети ДВО РАН. По данным 64 знаков первых смещений, зарегистрированных на вертикальной компоненте записей, было получено четкое и устойчивое решение, стереограмма которого показана на врезке к рис. 1. Решение описывает сдвиговый механизм с субвертикальными нодальными плоскостями, одна из которых ориентирована почти строго на запад, другая – на юг.

Дальневосточный геологический институт
Дальневосточного отделения
Российской Академии наук, Владивосток
Институт морской геологии и геофизики
Дальневосточного отделения
Российской Академии наук, Южно-Сахалинск
Сахалинский филиал Геофизической службы
Российской Академии наук, Южно-Сахалинск
Институт земной коры
Сибирского отделения Российской Академии наук,
Иркутск
Байкальский филиал Геофизической службы
Сибирского отделения Российской Академии наук,
Иркутск
Дальневосточный федеральный университет,
Владивосток
Институт прикладной математики
Дальневосточного отделения
Российской Академии наук, Владивосток
Институт тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина
Дальневосточного отделения
Российской Академии наук, Хабаровск
Институт геологии и природопользования
Дальневосточного отделения
Российской Академии наук, Благовещенск
Вычислительный центр Дальневосточного отделения
Российской Академии наук, Хабаровск

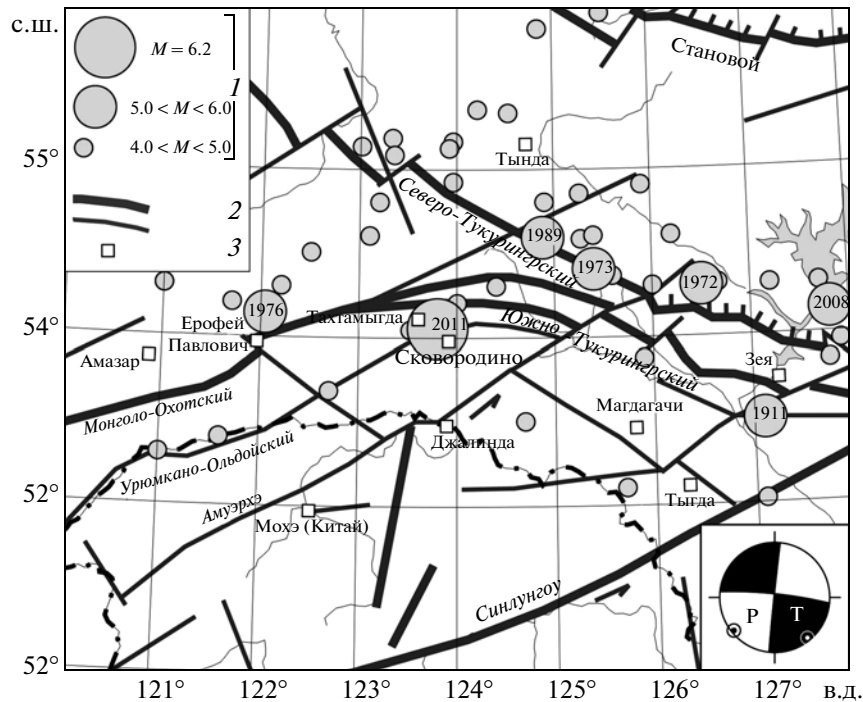


Рис. 1. Тектоническая схема района Сковородинского землетрясения 14 октября 2011 г. [6] и эпицентры исторических землетрясений. 1 – магнитуда землетрясений; 2 – разломы; 3 – населенные пункты. На врезке в правом нижнем углу показан механизм очага Сковородинского землетрясения.

Ближайший к эпицентру землетрясения пункт непрерывных GPS-наблюдений EROF (117 км), входящий в состав геодинамической сети ДВО РАН, не зафиксировал косейсмических смещений земной поверхности и поверхностных волн в частотном диапазоне ниже 1 Гц, которые могли бы быть вызваны этим сейсмическим событием.

Землетрясение ощущалось на всей территории Амурской области, на значительной территории Забайкальского края, на юге республики Саха (Якутия), в некоторых населенных пунктах республики Бурятия, Хабаровского края и в северных провинциях Китая (рис. 2). Ближе всего к эпицентру землетрясения оказались поселки БАМ (5 км) и Солнечный (7 км). Согласно данным макросейсмического обследования, проведенного сотрудниками сейсмостанции “Зей” СФ ГС РАН, в этих населенных пунктах интенсивность сотрясений составила 7 баллов. В г. Сковородино (18 км) интенсивность сотрясений оценивается в 6–7 баллов.

На основе собранной макросейсмической информации был рассчитан коэффициент затухания макросейсмической интенсивности для данного события, который оказался неожиданно низким $\nu = 3.15 \pm 0.17$. В известном уравнении макросейсмического поля Н.В. Шебалина [8] коэффициент затухания равен 3.5. Полученные А.Г. Ларионовым [9] по макросейсмическому эффекту Тас-Юряхского 1967 г., Ларбинского 1971 г. и Зейского 1973 г.

землетрясений оценки коэффициентов уравнения макросейсмического поля для территории Верхнего Приамурья также дают большее значение коэффициента затухания $\nu = 4.49$.

По формуле из работы [10] были рассчитаны величины для построения теоретических круговых изосейст (рис. 2). Как видно из рисунка, расчетные изосейсты довольно грубо отражают реальную картину макросейсмического поля Сковородинского землетрясения. Наибольшая несогласованность расчетной и зарегистрированной балльности отмечается в Юго-Восточном Забайкалье. Здесь близко друг к другу расположены пункты, в которых землетрясение проявилось с интенсивностью до 4–5 баллов, и пункты, в которых землетрясение вообще не ощущалось. Расчетный радиус ошутимости среднего балла $I = 4–5$ для всех приведенных вариантов оценки затухания интенсивности довольно близок. Расстояние, на котором ощущалось Сковородинское землетрясение, в целом соответствует ожидаемому. Однако величина балла в эпицентре и дальность регистрации ошутимых колебаний не согласуются друг с другом. Формула макросейсмического поля Шебалина дает расчетную интенсивность в пп. БАМ, Солнечный и г. Сковородино на уровне 8 баллов. Фактическая интенсивность в этих пунктах не превысила 7 баллов. Наблюдаемый эффект можно объяснить, либо приняв восстановленную по результатам обследования макросейсмическую магнитуду

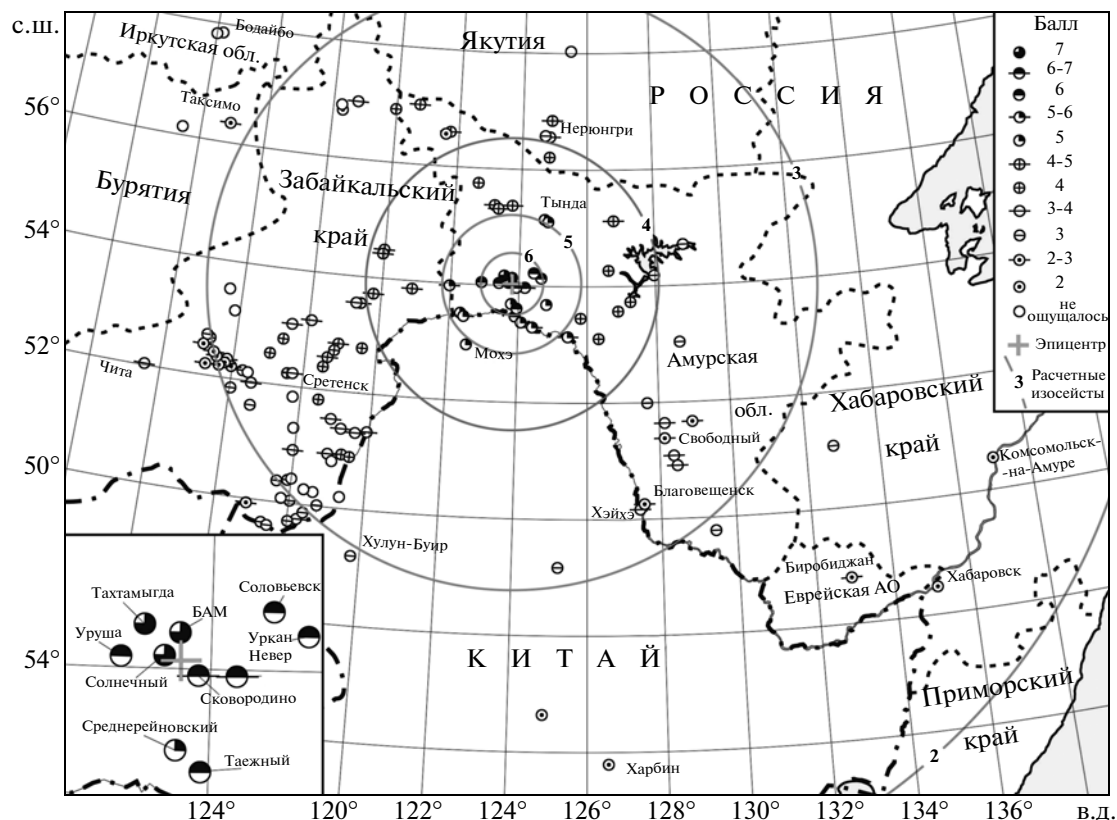


Рис. 2. Макросейсмические проявления Сковородинского землетрясения 14 октября 2011 г. На врезке в левом нижнем углу показана эпицентральная область.

равной 5.6, что противоречит значительной дальности осязательности землетрясения, либо предположив, что очаг землетрясения находился на глубине около 30 км, а не 18 км (по определениям СФ ГС РАН). Такое предположение может объяснить и эффект необычно низкого коэффициента затухания макросейсмической интенсивности.

Отсутствие разрешимых геодезическими методами поверхностных сейсмических колебаний в диапазоне ниже 1 Гц и статических косейсмических смещений на расстоянии чуть более 100 км от эпицентра позволяет предположить весьма компактную геометрию очага землетрясения и малую его протяженность либо большую глубину залегания очага землетрясения — в пределах нижней коры.

Эффект локальных аномалий макросейсмического поля отмечался в Восточном Забайкалье и Западном Приамурье и ранее, например, при Южно-Якутском землетрясении 1989 г. [11]. При этом также наблюдался слабый макросейсмический эффект в плейстосейсмической области, который объяснялся значительной глубиной очага.

Важным вопросом является отождествление очага Сковородинского землетрясения с активными геологическими структурами региона. Очаг землетрясения локализован в земной коре в доли-

не реки Мал. Ольдой, между хребтами Янкан и Петровский в зоне глубинного Южно-Туруингского разлома, протянувшегося через всю исследуемую территорию (рис. 1). Анализ развития морфоструктур, характер трещинной и разрывной тектоники показывают, что этот разлом является взбросом с левой сдвиговой составляющей. Общий тип и направленность движений по нему сохраняются, по-видимому, и в настоящее время. Прямолинейность и четкая выраженность разлома соответствуют крутому падению сместителя. По геолого-геоморфологическим данным установлено, что он падает на север-северо-восток под углом 60° – 80° [12].

Из полученного решения механизма очага землетрясения и тектоники региона следует, что механизм очага Сковородинского землетрясения — субширотный левосторонний сдвиг. Это совпадает с типом основных разломных нарушений региона и может служить подтверждением продолжающихся горизонтальных перемещений вдоль западного фланга Южно-Туруингского разлома.

Однако эпицентр землетрясения смещен на юг относительно закартированных выходов на поверхность основных сегментов разлома. С учетом предполагаемого крутого падения его плоскости на север и большей (до 30 км) глубины очага ги-

поцентр еще более отдаляется от плоскости основного сместителя.

Исследуемый район пронизан большим количеством второстепенных разломов, идущих как вдоль главного – Южно-Тукурингского разлома, так и вкрест ему. Сковородинское землетрясение могло стать результатом подвижки вдоль одного из них или образовать новый разрыв в соответствии со смещением на юг основной активной зоны Монголо-Охотского тектонического шва [13]. Для окончательного решения этой проблемы необходимо провести детальное геолого-геофизическое исследование афтершоковой зоны и неотектоники Верхнего Приамурья, так как существующие схемы активных разломов плохо согласуются между собой, что чрезвычайно затрудняет тектоническую привязку очага землетрясения.

Полученные первые результаты комплексного исследования Сковородинского землетрясения 14 октября 2011 г. показывают, что это событие является одним из наиболее значимых для территории Приамурья. Параметры землетрясения подтверждают достаточно высокий сейсмический потенциал ($M = 5.9-6.4$) расположенных здесь геологических структур [14]. На основе надежно определенного механизма очага землетрясения сделан вывод о продолжающихся горизонтальных перемещениях вдоль западного фланга Южно-Тукурингского разлома. Получены новые данные о закономерностях затухания ощутимых сотрясений с расстоянием, что крайне важно для уточнения сейсмического районирования Верхнего Приамурья.

Работа выполнена в рамках Целевой комплексной программы научных исследований ДВО РАН “Современная геодинамика, активные геоструктуры и природные опасности Дальнего Востока России”, Программы фундаментальных исследований ОНЗ РАН № 7.7 и при частичной финансовой поддержке РФФИ (проект 11–05–98577–р_восток_а, 12–05–00855–а), ДВО РАН (проекты 12-III-A-01И-013 и 12-II-B-08-184) и ГК 07.514.11.4045 по ФЦП “Исследования и разра-

ботки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2013 годы”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сейсмическое районирование территории Российской Федерации. Карта на 4-х листах. 1 : 8000000 // Под ред. В.Н. Страхова, В.И. Уломова. М., 2000.
2. *Оскорбин Л.С., Бобков А.О.* В сб. Проблемы сейсмической опасности Дальневосточного региона. Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 1997. С. 45–74.
3. *Попов В.В.* Каталог землетрясений на территории СССР. В. 2. Сибирь // Тр. Сейсмолог. ин-та АН СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР. 1939. 40 с.
4. *Козьмин Б.М. и др.* В кн.: Землетрясения в СССР в 1972 г. М.: Наука, 1976. С. 119–131.
5. *Козьмин Б.М. и др.* В кн.: Землетрясения в СССР в 1973 г. М.: Наука, 1976. С. 126–136.
6. Тектоника, глубинное строение и минерагения Приамурья и сопредельных территорий / Под ред. Г.А. Шаткова, А.С. Вольского. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2004. 190 с.
7. *Snoke J.A., Munsey Y.W., Teague A.C., et al.* // Earthquake Notes. 1984. V. 55. № 3. P. 15.
8. *Шебалин Н.В.* Очаги сильных землетрясений на территории СССР. М.: Наука, 1974. 54 с.
9. *Ларионов А.Г.* В сб. Сейсмические и сейсмологические исследования на центральном участке БАМа. Якутск, 1978. С. 98–100.
10. Невельское землетрясение и цунами 2 августа 2007 года, о. Сахалин / Под ред. Б.В. Левина, И.Н. Тихонова. М.: Янус-К, 2009. 204 с.
11. *Николаев В.В., Семенов Р.М., Козьмин Б.М. и др.* // Тихоокеан. геология. 1996. Т. 15. № 1. С. 120–128.
12. *Николаев В.В., Семенов Р.М., Солоненко В.П.* Сейсмогеология Монголо-Охотского линеймента (восточный фланг). Новосибирск: Наука, 1979. 113 с.
13. *Подкаминер О.С.* Строение Южно-Тукурингского разлома в районе проектируемой Зейской ГЭС. Инф. сб. Ленгидэпа. Л., 1958. № 8. С. 11–14.
14. *Семенов Р.М.* // ДАН. 1995. Т. 341. № 5. С. 689–692.