

УДК 551.34

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ ПО ТИПАМ ОЧАГОВЫХ ПОДВИЖЕК В КУРИЛО-ОХОТСКОМ РЕГИОНЕ

© 2011 г. Т. К. Злобин, Д. А. Сафонов, А. Ю. Полец

Представлено академиком Г.С. Голицыным 08.06.2011 г.

Поступило 26.05.2011 г.

Знание распределения очагов землетрясений в пространстве и времени имеет большое значение для понимания сути сейсмического процесса. Особое значение имеют исследования динамики среды, выражающейся в движениях слоев, блоков (подвижки в очагах землетрясений), т.е. тектонических условий возникновения землетрясений, являющихся предметом исследований сейсмо-тектоники [1, 2]. Представляется, что без знаний реального и детального строения геологической среды, распределения в ней упругих напряжений и движения блоков невозможно эффективное прогнозирование землетрясений даже при наличии самых современных комплексов аппаратуры. Это показало и последнее катастрофическое землетрясение 11 марта 2011 г. восточнее Японии.

Целью настоящего сообщения является исследование распределения землетрясений по типам подвижек в Курило-Охотском регионе и современной сеймотектоники на основе изучения механизмов очагов землетрясений.

Установлены зоны и области распределения землетрясений, имеющие разные геодинамические условия (сжатие, растяжение, сдвиги). Исследования выполнены в соседнем с Японией регионе, к северу от Японской островной дуги, находящейся в зоне перехода от Тихого океана к Евразийскому континенту. Здесь, на границе Тихого океана и материка, существует уникальная глубинная структура планетарного масштаба – Курило-Камчатская сейсмофокальная зона (СФЗ). Она подобна другим зонам (Японской, Индонезийской, Кусю-Палау, Тонга-Кермадек и т.д.), которые обрамляют Тихий океан. Именно здесь, в Тихоокеанском подвижном поясе, происходит более 70% всех землетрясений мира.

Для исследований был использован каталог GlobalCMT (Harvard). Приведенные в нем землетрясения с 2000 по 2009 г. составляют 515 событий, произошедших на исследуемой территории

[3]. Для анализа распределения положения очагов землетрясений была построена карта эпицентров землетрясений с указанием типа сейсмодислокации (рис. 1) и три вертикальные проекции очагов землетрясений по направлению, ортогональному положению Курило-Камчатской дуги (рис. 2).

После совместного анализа гистограмм [4] и распределения подвижек на картах по площади (рис. 2) можно отметить следующее.

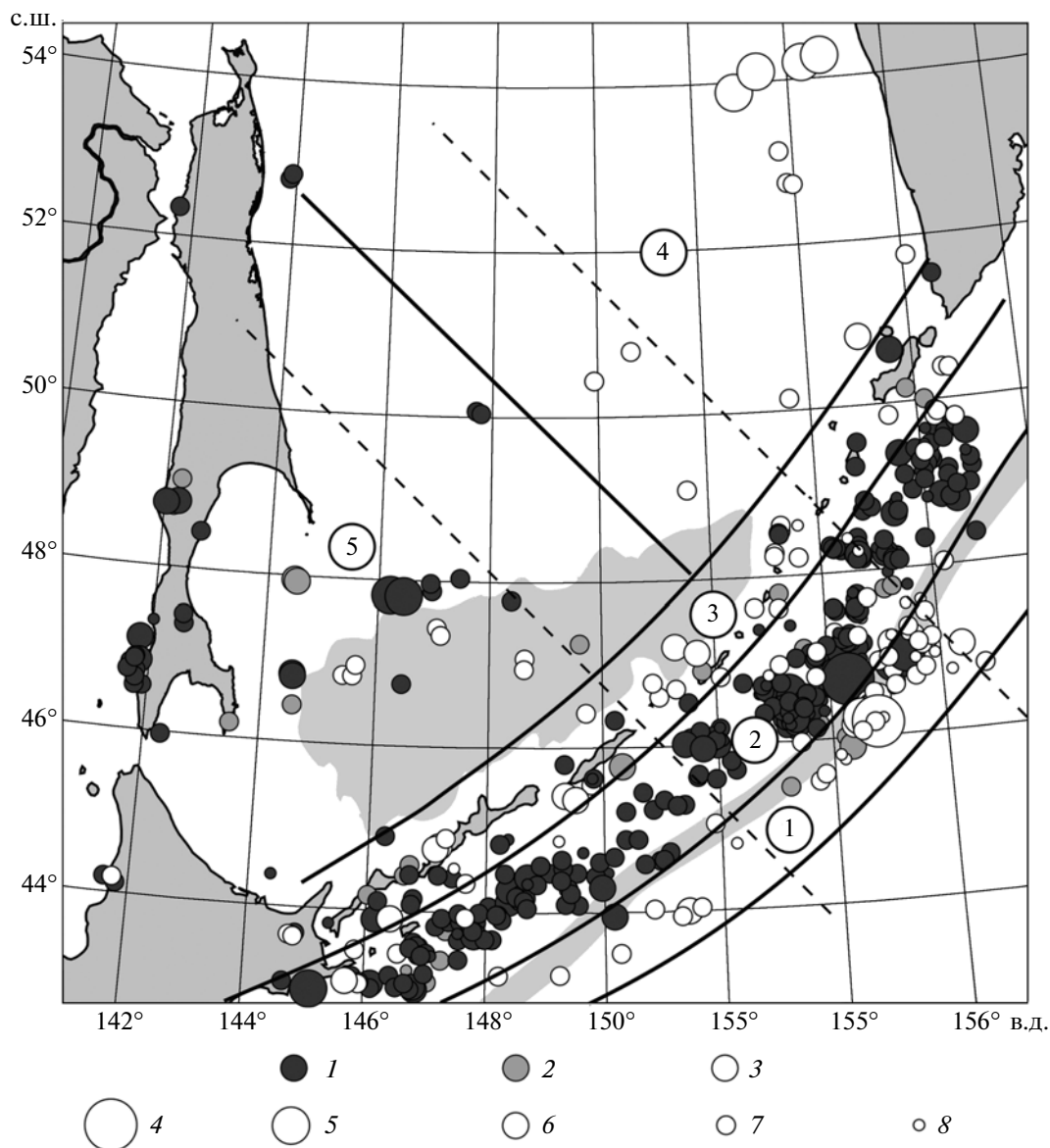
Основное число современных землетрясений с определенными механизмами очагов расположены на глубинах до 80 км в юго-восточной приокеанической части рассмотренного региона, как и общее количество землетрясений за все годы и по всем известным каталогам (СФЗ ГС РАН, NEIC, Гарвард и др.). При этом большинство землетрясений на этих глубинах (246 из 312) были взбросами и пологими надвигами (рис. 2).

При анализе положения эпицентров вкрест простирания СФЗ с юго-востока на северо-запад можно выделить три зоны, вытянутые вдоль глубоководного желоба и островной дуги (рис. 1).

Самая юго-восточная зона 1 шириной 80–100 км расположена в районе глубоководного желоба и восточнее под его приокеаническим склоном. Эта зона характеризуется сбросовыми подвижками и, по всей видимости, находится в условиях растяжения. На разрезе СФЗ (рис. 2) видно, что землетрясения здесь расположены в основном на глубинах до 50 км, т.е. в земной коре и самом верхнем слое верхней мантии.

Следующая основная зона 2 шириной около 100–180 км расположена западнее названной выше зоны между островной дугой и желобом под приостровным склоном. В этой наиболее мощной зоне произошла большая часть землетрясений. В основном здесь регистрируются подвижки типа взброс и пологий надвиг, что говорит о преобладающих напряжениях сжатия.

Далее к западу, непосредственно под островами, расположена зона 3 также примерно 100-километровой ширины. Однако, как видно на рис. 2, землетрясения здесь расположены глубже, примерно на глубине 80–150 км. Особенно явственно

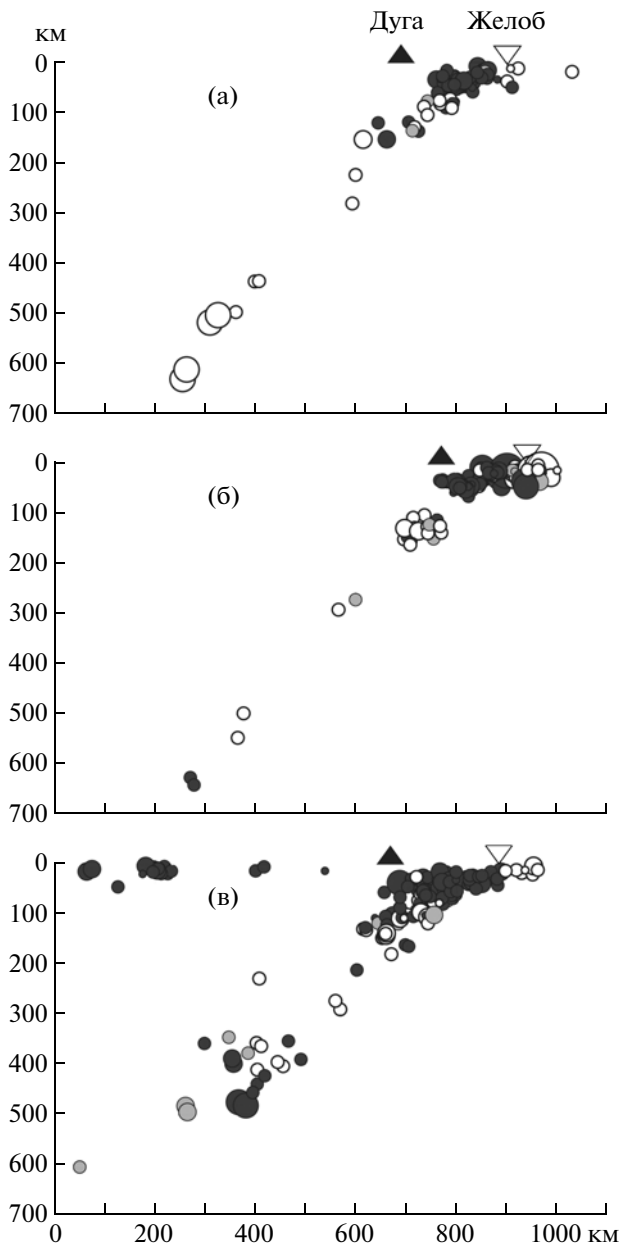


**Рис. 1.** Карта распределения типов сейсмодислокаций очагов землетрясений Курило-Охотского региона согласно данным GСMT. Сплошные линии – границы между зонами 1-3 и областями 4-5, пунктирные – границы между частями СФЗ, в пределах которых проведены вертикальные профили с вынесенными на них проекциями очагов землетрясений на разрезах. Здесь и на рис. 2: 1-3 – типы дислокаций (1 – взброс, 2 – сдвиг, 3 – сброс); 4-8 – магнитуды землетрясений (4 –  $M \geq 8.0$ , 5 –  $7.0 \leq M < 8.0$ , 6 –  $6.0 \leq M < 7.0$ , 7 –  $5.0 \leq M < 6.0$ , 8 –  $M \leq 4.0$ ).

обособляются землетрясения зоны 3 в районе средних Курил (рис. 2б). Здесь, как и в зоне 1, землетрясения характеризуются в основном сбросами и пологими сбросами. Гипоцентры расположены под южными островами (Итуруп, Уруп) и особенно широко под средними Курильскими островами – Черные Братья, Симушир, Кетой, Расшуа, под проливами Буссоль и Крузерштейна. Есть они и в районе северного о-ва Парамушир.

Таким образом, с востока на запад выделены три зоны. Первая (внешняя) и третья (внутренняя) области, вытянутые вдоль дуги в северо-во-

сточном направлении, являются зонами растяжения. Вторая (центральная) зона, расположенная между ними, – зона сжатия. Естественно на всей протяженности названных зон типы подвижек полностью не выдерживаются. Взбросы и сбросы местами перемешиваются, но доминирующий тип сейсмодислокаций проявляется достаточно хорошо. Аномалия в распределении отмечается в районе центральных Курильских островов, где во второй зоне расположено большое число сбросов. По всей видимости, они связаны с серией Симуширских землетрясений 2006–2009 гг. В то же



**Рис. 2.** Схема проекций очагов землетрясений Курило-Охотского региона согласно данным GСMT на вертикальные профили, проходящие через северные (а), средние (б) и южные (в) Курильские острова.

время в северной части восточнее о-вов Шиашкотан—Парамушир наблюдается большая группа взбросов, которые находятся в зоне 2, а также частично восточнее, в зоне 3.

Сложное строение зоны 3 в южной части дуги под о-вом Хоккайдо (в его северо-восточной ча-

сти), а также в районе о-вов Кунашир и Итуруп затрудняет однозначное определение доминирующего типа подвижки на этом крайнем южном участке зоны. Здесь наряду со сбросовыми подвижками (8) и сдвигами (3) в значительной степени присутствуют и взбросы (10–11 шт.).

Установленная в настоящей работе четкая закономерность чередования зон сжатия и растяжения вдоль всей Курило-Камчатской дуги (рис. 1, 2) согласуется с результатами выполненных нами детальных локальных работ по изучению поля напряжений и тектонической деформации земной коры и верхней мантии по профилю вкрест простирания дуги в районе южных Курил [3].

В пределах рассматриваемой площади северо-западнее трех описанных зон, вытянувшихся вдоль Курильской островной дуги, число обработанных событий резко уменьшается. Эту обширную часть проявлений землетрясений в земной коре и верхней мантии можно представить двумя областями, 4 и 5, разделенными условной линией, ортогональной простиранию дуги (см. рис. 1). В северо-восточной области 4 преобладают сбросы и условия растяжения. Причем из 15 находящихся здесь землетрясений сбросами являются 13, т.е. практически все. В юго-западной области 5 преобладают взбросы. Здесь из общего числа землетрясений (43) с определенными типами подвижек взбросами являются 30.

В западной части области 5 (рис. 1) в районе о. Сахалин представлены неглубокие (до 50 км) землетрясения, в основном имеющие тип сейсмодислокаций взброс. Это коровые землетрясения, и они не связаны с СФЗ.

Таким образом, анализ механизмов землетрясений позволяет судить о закономерностях распределения сжатия, растяжения и сдвигов в земной коре и верхней мантии региона, а напряженное состояние среды указывает на геодинамические условия возникновения новых землетрясений, возможную природу и тип подвижки.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Злобин Т.К., Поплавская Л.Н., Полец А.Ю. // ДАН. 2009. Т. 427. № 6. С. 829–832.
2. Злобин Т.К., Поплавская Л.Н., Полец А.Ю. // ДАН. 2009. Т. 428. № 4. С. 531–535.
3. <http://www.globalcmt.org> Global Centroid Moment Tensor Project.
4. Полец А.Ю., Злобин Т.К. В сб.: Проблемы сейсмичности и современной геодинамики Дальнего Востока и Восточной Сибири. Хабаровск: ИТИГ ДВО РАН, 2010. С. 45–48.