

УДК 551.242.5.056 (268.53)

## О ГРАНИЦЕ ЛИТОСФЕРНЫХ ПЛИТ НА ШЕЛЬФЕ МОРЯ ЛАПТЕВЫХ

© 2002 г. Г. П. Аветисов

Представлено академиком И.С. Грамбергом 27.02.2002 г.

Поступило 13.03.2002 г.

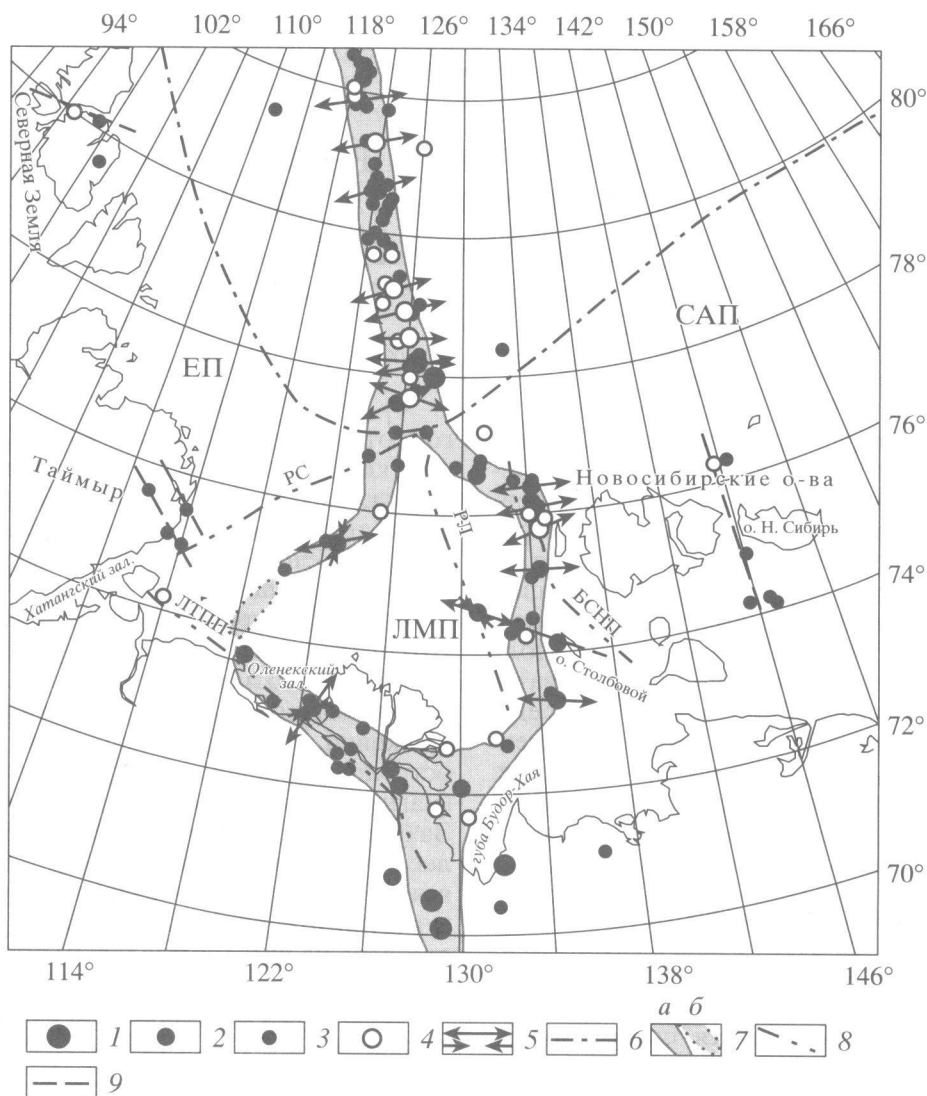
Проблеме границы Евразийской и Северо-Американской литосферных плит на шельфе моря Лаптевых посвящены работы многочисленных исследователей [1–5 и др.], что демонстрирует широкий диапазон точек зрения как на ее геометрию, так и место современной локализации: линейнообразная вдоль Усть-Ленского грабена в осевой зоне акватории; линейнообразная вдоль Омолойского грабена в восточной части акватории; линейнообразная, но проходящая за пределами Лаптевоморского шельфа вдоль континентального склона Восточно-Сибирского моря; разветвленная, соответствующая системе рифтогенных прогибов преимущественно северо-западного и субмеридионального простираний.

Наиболее эффективным индикатором границ литосферных плит является распределение эпицентров землетрясений. Для повышения надежности построений на карту выносились эпицентры землетрясений, случившихся после 1964 г., когда сеть арктических станций стала достаточно разветвленной и начали выходить каталоги Международного сейсмологического центра (МСЦ). Из более ранних событий включались лишь самые сильные и поэтому достаточно надежно зарегистрированные. За указанный временной период помимо землетрясений, зафиксированных телесейсмической сетью, представлялись и более слабые и совсем слабые события, полученные по материалам региональных и экспедиционных станций. В настоящей публикации осуществлен несколько иной подход.

Совместное представление всех землетрясений, демонстрируя сейсмологические достижения в регионе, дает в какой-то степени искаженное представление о его сейсмичности, обусловленное резкими различиями уровня сейсмологической изученности различных участков. Кроме то-

го, хотя слабое и сильное землетрясения в каждом конкретном месте, как правило, являются продуктом одного и того же тектонического процесса, тем не менее отражают реакцию разнорядковых слоев и блоков литосферы, существенно различающихся по своему геологическому строению, раздробленности, упругим свойствам. Это проявляется в различиях распределения землетрясений по латерали и вертикали, фокальных механизмах, скоростях и времени накопления напряжений. Поэтому в настоящем сообщении по-острому внимание на информации по сильным (магнитуда  $\geq 4$ ) событиям за период 1964–1998 гг. За более ранний период включены только наиболее сильные землетрясения с  $M \geq 6$ . Вся имеющаяся по землетрясениям информация, отобранная в результате реализации такого подхода, представлена на рис. 1. Отдельным обозначением выделены землетрясения после 1991 г., большая часть которых отсутствовала в предыдущих публикациях.

Ранее нами высказывалась мысль о том, что продолжение действия рифтогенных процессов на шельфе моря Лаптевых может привести к образованию здесь либо микроплиты, либо системы трансформных разломов типа Шпицбергенской [6, 7 и др.]. Как видно из рис. 1, после отфильтрования слабых событий и учета землетрясений последних лет уже сейчас можно говорить об очевидных признаках существования в центральной части шельфа Лаптевской микроплиты (ЛМП). Наиболее уверенно прослеживаются ее северная, восточная и южная границы, менее надежно – западная. Намечаются два тройных сочленения: в северной части шельфа примерно на  $126^\circ\text{E}$  и на юге в губе Буор-Хая. От северного тройного сочленения граница идет на юго-восток под острым углом к простираниям основных структурно-тектонических элементов шельфа. В районе  $134^\circ\text{--}135^\circ\text{E}$  она поворачивает на юг и тянется вдоль зоны сочленения выделяемых здесь [8] Бельковско-Святоносского прогиба и Бельковского поднятия примерно до  $75^\circ\text{N}$ . Далее, продолжаясь в том же направлении примерно до  $73^\circ\text{--}73.5^\circ\text{N}$ , она под ос-



**Рис. 1.** Эпицентры и фокальные механизмы землетрясений шельфа моря Лаптевых (1964–1998 гг.). 1–4 – землетрясения разной магнитуды  $M$ : 1 –  $\geq 6$ ; 2 – 5–5.9; 3 – 4–4.9; 4 – зарегистрированные после 1991 г.; 5 – оси напряжений растяжения и сжатия (длина стрелки пропорциональна косинусу угла наклона к горизонту); 6 – континентальный склон; 7 – границы плит: а – уверенные; б – предполагаемые; 8 – главные разломные зоны; 9 – разломы. БСНП – Бельковско-Святоносский прогиб; ЕП – Евразийская плита; ЛМП – Лаптевская микроплита; ЛТТМ – Лено-Таймырская зона пограничных поднятий; РЛ – разлом Лазарева; РС – разлом Северный; САП – Северо-Американская плита.

трим углом пересекает ряд структурно-тектонических элементов, имеющих северо-западное простирание, а затем поворачивает на юго-запад и вкрест простирания этих структур достигает губы Буор-Хая. Южная граница ЛМП структурно совпадает с Лено-Таймырской зоной пограничных поднятий и уверенно прослеживается до западного побережья Оленекского залива. Западная граница ЛМП достаточно надежно выделяется лишь в своей северной половине. Здесь она имеет в целом северо-восточное простирание, явно несогласное простираниям известных здесь структур: Трофимовского поднятия, Усть-Ленского прогиба, вала Минина.

Стремление повысить надежность выводов заставило отказаться от информации по фокальным механизмам, полученным методом первых вступлений продольных волн. Эти определения для арктических землетрясений, как показала практика, весьма неоднозначны, и решения различных авторов существенно отличаются друг от друга. Лет 25–30 тому назад из-за крайнего дефицита сейсмологической информации подобные решения были допустимы и даже необходимы для получения первых представлений о геодинамике Арктического региона. В настоящее время они только вносят путаницу и разночтения.

В данной работе привлечены лишь определения методом тензора момента центроида (ТМЦ) [9], в значительно меньшей степени подверженные влиянию качества записи слабых, как правило, первых вступлений сейсмических волн, малочисленности регистрирующих станций, неравномерности их азимутального распределения.

Наибольшее количество информации получено по восточной границе ЛМП, где 5 определений согласованно дают нормально-сбросовый механизм с горизонтальной осью растяжения ортогональной простиранию границы [6, 7 и др.]. Обе нодальные плоскости имеют субмеридиональное простирание, совпадающее с простиранием границы микроплиты и выделяемых здесь структурно-тектонических элементов, и углы падения  $40^\circ$ – $50^\circ$ .

Единственное решение для южной границы [6, 7 и др.] также дал близкий к нормально-сбросовому механизм с осью растяжения, ортогональной границе и соответственно простиранию зоны Лено-Таймырских пограничных поднятий. Нодальные плоскости имеют простирания  $114^\circ$  и  $315^\circ$  и углы падения соответственно  $36^\circ$  и  $56^\circ$ . Наряду с доминирующей сбросовой составляющей устанавливается незначительное горизонтальное скольжение, соответствующее левостороннему сдвигу, т.е. вращению микроплиты по часовой стрелке. Согласно существующей по этому землетрясению макросейсмической информации, 5-балльная изосейста имеет овальную форму с большой осью, ориентированной на северо-запад–юго-восток вдоль простирания структур.

Одно имеющееся решение для западной границы [6, 7 и др.] также показало доминирующий нормально-сбросовый механизм с незначительной сдвиговой составляющей. Субгоризонтальная ось растяжения имеет простирание, промежуточное между простираниями намечающейся границы микроплиты и проходящего здесь Усть-Ленского прогиба. Из двух нодальных плоскостей одна имеет простирание  $8^\circ$ , совпадающее с простиранием границы, и угол падения  $40^\circ$  под микроплиту, а вторая – простирание  $142^\circ$ , совпадающее с простиранием Усть-Ленского прогиба, и угол падения  $59^\circ$  на юго-запад. Если за плоскость разрыва принять первую нодальную плоскость, также получим незначительное левостороннее движение, т.е. вращение микроплиты по часовой стрелке.

Очевидно, что в целом ЛМП, окруженная со всех сторон достаточно активными сейсмическими зонами, должна испытывать значительные тектонические нагрузки, которые могут разряжаться в ослабленных зонах внутри микроплиты. Подтверждением этому может служить землетрясение с магнитудой 5.1, происшедшее в зоне

пересечения разлома Лазарева и трассируемого цепочкой достаточно сильных землетрясений разлома запад-северо-западного простирания, протягивающегося от о. Столбовой и почти в створе с ним. Отражением этих напряжений являются и достаточно многочисленные слабые землетрясения в пределах микроплиты (на рисунке не показаны). Напрашивающимся в первую очередь выводом является предположение о том, что внутри плиты должно доминировать горизонтальное сжатие как реакция на обрамляющее ЛМП горизонтальное растяжение. Однако решение фокального механизма упомянутого выше землетрясения также дало нормально-сбросовый механизм с незначительной сдвиговой компонентой. Нодальные плоскости имеют простирания  $31^\circ$  и  $175^\circ$  и падения соответственно  $65^\circ$  на юго-восток и  $29^\circ$  на запад. Параметры второй нодальной плоскости хорошо совпадают с параметрами разлома Лазарева, установленными по сейсмическим данным МОГТ [10 и др.]. По-видимому, следует считать, что весь шельф моря Лаптевых в настоящее время находится в режиме горизонтального растяжения, которое приводит к растаскиванию литосферных блоков в субширотном направлении.

Как видно из рис. 1, разлом Лазарева, который, как полагают [10 и др.], с начала действия рифтогенных процессов на шельфе моря Лаптевых (палеоцен) до среднего миоцена–плиоцена являлся главным тектоническим элементом растяжения (детachment), в настоящее время практически асейсмичен. Отдельные эпицентры отмечаются лишь в его, по-видимому, самых ослабленных участках, а именно в местах пересечения с другими разрывными нарушениями. То же самое можно сказать о разломе Северный, который, как полагают некоторые исследователи [10, 11 и др.] и с чем можно согласиться, был на первых стадиях рифтогенеза трансформным разломом, связующим оси растяжения в Евразийском суббассейне и на шельфе Северо-Востока Евразии.

Таким образом, на основании сейсмологических данных можно заключить, что в настоящее время на шельфе моря Лаптевых отсутствует непосредственный контакт между Евразийской и Северо-Американской литосферными плитами. В этом регионе они разделены Лаптевской микроплитой, наличие которой обуславливает образование двух тройных сочленений в северной и южной частях шельфа.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грачев А.Ф., Деменницкая Р.М., Карасик А.М. // Геоморфология. 1970. № 1. С. 42–45.

2. *Grachev A.F.* // Amer. Assoc. of Petrol. Geologists. 1982. Mem. 34. P. 103–113.
3. *Ким Б.И.* // Структура и история развития Северного Ледовитого океана. Л.: ВНИИОкеангеология, 1986. С. 133–139.
4. *Грамберг И.С., Деменицкая Р.М., Секретов С.Б.* // ДАН. 1990. Т. 311. № 3. С. 689–694.
5. *Драчев С.С.* // Геотектоника. 2000. № 6. С. 43–58.
6. *Аветисов Г.П.* Сейсмоактивные зоны Арктики. СПб.: ВНИИОГ, 1996. 183 с.
7. *Avetisov G.P.* // Phys. Earth and Planet. Inter. 1999. № 114. P. 59–70.
8. Геологическое строение СССР и закономерности размещения полезных ископаемых. Моря Советской Арктики / Под ред. И.С. Грамберга, Ю.Е. Погребницкого. Л.: Недра, 1984. 270 с.
9. *Dziewonski A.M., Chou T.-A., Woodhouse J.H.* // J. of Geoph. Res., 1981. V. 86. P. 2825–2852.
10. *Драчев С.С.* Тектоника рифтовой континентальной окраины Северо-Восточной Евразии в Арктике (моря Лаптевых и Восточно-Сибирское). Автореф. дис. ... д-ра. геол.-минералог. наук. М., 2000. 40 с.
11. *Fujita K., Cambray F.W., Velbel M.A.* // Mar. Geol. 1990. V. 93. P. 95–118.