

В. И. УЛОМОВ

ВИХРЕВАЯ СЕЙСМОГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЗЕМЛИ

Концепция тектоники литосферных плит и обнаружение единства динамического развития разномасштабных геодинамических и сейсмических процессов и явлений вызвал новые представления о возникновении землетрясений. Сейсмическую деятельность Земли стало возможным рассматривать как единый детерминированный сейсмогеодинамический процесс, взаимосвязанный на различных пространственно-временных масштабных уровнях—локальном, региональном и глобальном (3—5). Однако до сих пор не сложились физические, количественно обоснованные модели источника сил, движущих литосферные плиты и обуславливающих сейсмичность. Большинство специалистов вынуждены признать, что пока ни одна из моделей плотностной конвекции в должной мере не объясняет особенностей движения внешней оболочки Земли и, прежде всего, огромных упругих напряжений, наблюдаемых в земной коре подвижных поясов (1, 2). Нами предлагается одна из наиболее вероятных глобальных динамических моделей.

В ней основными движущими силами рассматривается вихревое течение мантийного вещества, обусловленное различной величиной угловой скорости и несоосностью вращения ядра Земли и ее мантийных и литосферной оболочки.

В основе модели лежит представление об отставании жидкого ядра Земли от вращения всей планеты. Если полагать, что с ним связан известный западный дрейф геомагнитного поля со скоростью около 20 км/год, то линейную скорость перемещения экваториальной области ядра можно оценить в $1 \cdot 10^6$ см/год. Эта величина в сотни тысяч раз превышает среднюю скорость относительного перемещения литосферных плит (5—10 см/год). В отличие от свободной плотностной (тепловой или химической) конвекции взаимодействие ядра, как бы вращающегося в западном направлении, с мантией создает в ней вынужденное течение вещества. В результате возникает вихревое перемещение мантийного вещества вдоль спиралевидных линий тока в направлении от земной поверхности к ядру планеты.

На рис. 1 приведен глобальный разрез вдоль геомагнитного экватора (вид с южного полюса). С глубиной вследствие сокращения поперечного сечения потока скорость течения вдоль линий тока увеличивается, а мантийный материал может растворяться во внешней оболочке ядра, создавая таким образом переходную зону. Если объем земного шара остается неизменным или изменяется во времени очень мало, то у полюсов Земли может возникнуть восходящий поток мантийного (возможно ядро-мантийного) вещества, растекающийся затем к экваториальной области. Осложнения и дополнительную турбулентность в течение мантийного вещества вносит несоосность вращения ядра и мантии Земли, а именно, отклонение примерно на $11,5^\circ$ геомагнитной оси (т. е. оси вращения ядра) от оси вращения Земли.

Вихревая модель в отличие от моделей с конвективными ячейками, являясь осесимметричной, лучше объясняет глобальную концентрическую структуру земных недр (в частности, залегание почти на одних

и тех же глубинах основных границ раздела мантийных оболочек), растягивание и срезание погружившихся в верхнюю мантию литосферных плит (на глубине около 450 км), наличие астеносферных оболочек внутри мантии (возникновение глобальных пластических сдвигов и расплава отдельных оболочек) и т. п.

Поскольку мантийные течения вещества в вихревой модели не свободные, а вынужденные, весомый вклад в термику Земли должно вносить тепло фрикционного происхождения.

Реальность вихревой геодинамической модели подтверждает близость расположения большинства полюсов вращения литосферных плит,

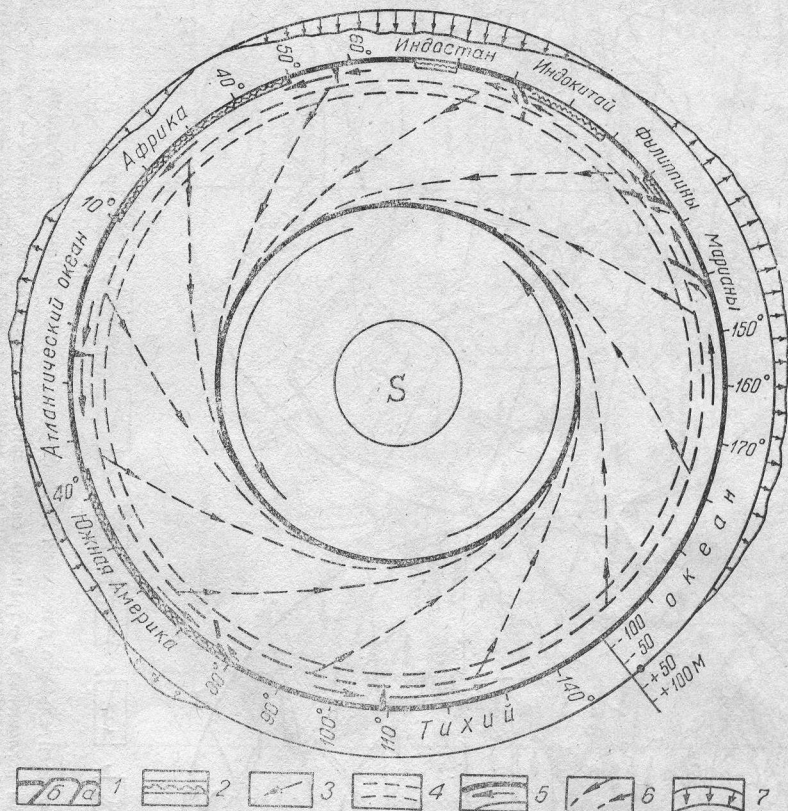


Рис. 1. Вихревая сейсмогеодинамическая модель Земли:

1 — океанические литосферные плиты, зарождающиеся в рифтовых зонах (а) и поглощающиеся в зонах Бенъоффа (б), 2 — континентальные плиты, 3 — направление и условная величина горизонтального перемещения плит, 4 — наиболее отчетливые сферические границы в верхней мантии на глубине около 400 и 700 км, 5 — границы внешнего и внутреннего ядра, условная величина и направление относительного вращения, 6 — линии тока мантийного вещества, обусловленные относительным вращением жидкого ядра, 7 — отклонения реального геоида от идеального, м.

вычисленных разными исследователями, именно к геомагнитным, а не к географическим полюсам. Вихревая геодинамическая модель рассматривает движение литосферных плит и границ между ними в западном направлении, преимущественно вдоль геомагнитных параллелей, которые нанесены относительно оси, проходящей через магнитный полюс Земли (рис. 2). Величина перемещений постепенно убывает с удалением от геомагнитного экватора. Естественно, что границы литосферных плит, вернее характер движения плит здесь, вносят определенные коррективы в общую картину движения. Так, границы наращивания литосферных плит как бы ускоряют движение плиты, расположенной западнее от них, и замедляют перемещение плиты, расположенной восточнее. Обратный процесс наблюдается по обе стороны от границ поглощения литосферных плит: скорость перемещения плит,

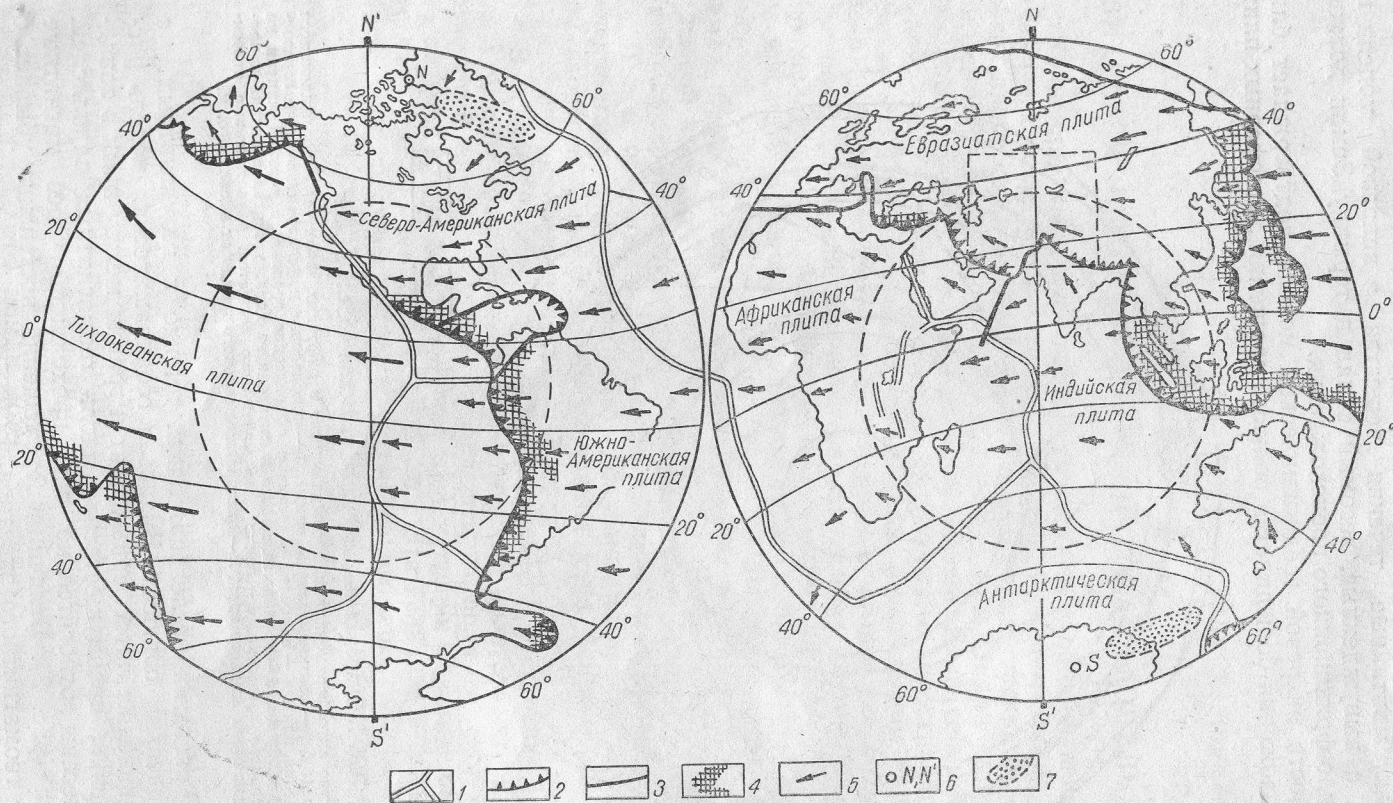


Рис. 2. Схема относительного движения литосферных плит и границ между ними:

1 — границы наращивания плит, 2 — границы поглощения, 3 — границы скольжения краев литосферных плит, 4 — области распространения глубоководных землетрясений, 5 — направление перемещения литосферных плит (величина стрелок примерно соответствует скорости относительного перемещения плит), 6 — соответственно магнитные и географические полюса Земли, 7 — область местоположения полюсов вращения главных литосферных плит.

расположенных восточнее, больше скорости плит, находящихся к западу от зон субдукции. Например в соответствии с рассматриваемой нами моделью не Индостан «давит» на китайский участок Евразийской плиты (6), а Евразийская литосферная плита, опережая в своем движении медленное перемещение к северо-западу Индийской плиты, обуславливает региональную сейсмогеодинамику Центральной Азии. Об этом могут свидетельствовать левые сдвиги вдоль разломов в се-

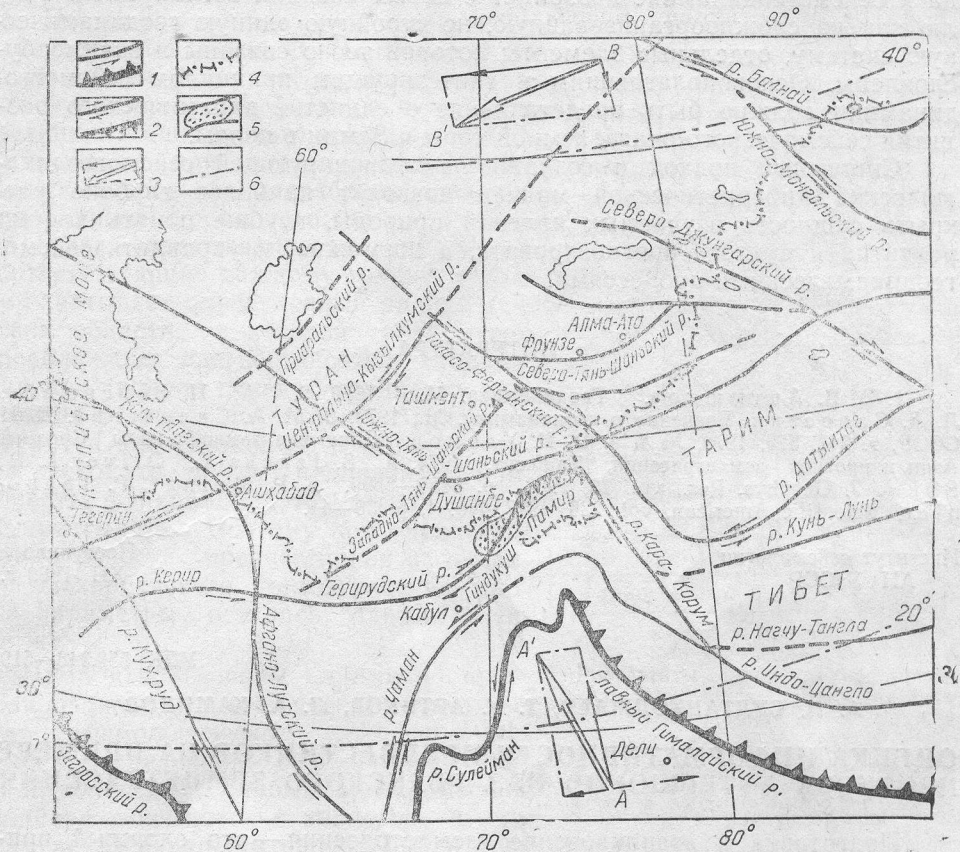


Рис. 3. Региональная сейсмогеодинамика Центральной Азии:

1 — границы крупных литосферных плит (рис. 2); 2 — глубинные разломы, разделяющие литосферные плиты на блоки разной величины; 3 — разломы условных векторов движения Евразийской и Индийской литосферных плит на составляющие вдоль меридианов и параллелей, построенные относительно геомагнитных полюсов; 4 — граница СССР; 5 — область Памиро-Гиндукушских землетрясений с промежуточной глубиной очага (до 300 км); 6 — 20- и 40-градусные геомагнитные параллели.

верной части рассматриваемой территории, а также зоны горизонтального растяжения земной коры, наблюдаемые по механизмам очагов землетрясений в Прибайкалье, западной части Монголии, Центральных Кызылкумах, на территории Узбекистана (рис. 2, 3). В Памиро-Гиндукушской локальной зоне землетрясений с промежуточной глубиной залегания очагов, как и в других зонах субдукции, наблюдается срез более быстрыми мантийными (астеносферными) сдвигами движениями нижней части литосферной плиты Южного Тянь-Шаня, подмятой литосферой Памиро-Гиндукуша (4).

О вихревой геодинамической модели свидетельствует также преобладание субмеридионального простирания большинства глобальных разломов, являющихся границами литосферных плит. Такое простирание может быть вызвано растягиванием внешней оболочки Земли в субширотном направлении силами, создаваемыми вращающимся ядром. Следует заметить, что вращение ядра может происходить в разные

геологические эпохи с различными скоростями, вплоть до опережения им вращения всей планеты. К таким сменам знака движения приурочены инверсии геомагнитного поля, многократно отмеченные в истории Земли. Возможно, именно инверсии во вращении жидкого ядра Земли способствовали возникновению встречных зон субдукции, что характерно для Индоавстралийской литосферной плиты.

Развитие кибернетического метода познания и системного подхода к сейсмогеодинамике позволяет с новых позиций взглянуть на Землю как на сложноорганизованную, но стройную единую геодинамическую систему, отдельные элементы которой тесно связаны и взаимообусловлены. Основополагающим и синтезирующим принципом сейсмогеодинамики должно быть представление о единстве динамического развития сейсмического очага, земной коры и Земли в целом.

Системный подход и создание функционирующей сейсмогеодинамической кибернетической модели позволят наиболее глубоко раскрыть сущность изучаемых явлений природы, глубже понять ход их развития и в итоге прогнозировать, а возможно, и управлять сейсмогеодинамическими процессами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Е. В. Артюшков. Геодинамика. М., 1979.
2. А. П. Зоненшайн, Л. А. Савостин. Введение в геодинамику. М., 1979.
3. М. А. Садовский. ДАН СССР, т. 247, 829, 1979, № 4.
4. В. И. Уломов. Динамика земной коры Средней Азии и прогноз землетрясений, Ташкент, 1974.
5. В. Isacks Y., Oliver L. R., Sykes J. Geophys. Res., vol. 73, 1968, p. 5855—5899.
6. P. Molnar, P. Tapponnier, Scientific American, vol. 236, 1977, No. 4, p. 30—41.

Институт сейсмологии
АН УзССР

Поступило
29. XII 1982 г.