

Таким образом, результаты, полученные путем локальных деформационных измерений, отражают тектонические процессы регионального масштаба.

## Литература

1. Латынина Л.А., Варга П., Варга Т., Вербицкий Т.З., Юркевич О.И. Современные движения Паннонского бассейна по экстензометрическим данным и неотектоника региона // ДАН. 1998. Т. 360, № 1. С. 114–116.
2. Сомов В.И., Рахимова И.Ш. современные движения земной коры Карпато-Балканского региона и сопредельных структур. Киев: Наук. думка, 1983. 144 с.
3. Серант О.В., Третьяк К.Р. Анализ горизонтальных деформаций земной поверхности Центральной Европы по результатам GPS. Комиссия CERGOP // Вест. геодез. и картограф. 2002. № 2.
4. Малеев Е.Ф. Неогеновый вулканизм Закарпатья. М.: Наука, 1964. 250 с.
5. Zablotzky F., Tretyak K.R., Ostrovskij A.L. Earth's crust deformations by means precise Geodetic measurements // Reports of Geodesy, CERGOP group N 8. Politechnika Warszawska. 1998. N6 (36). С. 111–118.

---

К.Г. Леви<sup>1</sup>, С.И. Шерман<sup>1</sup>, В.А. Саньков<sup>1</sup>

---

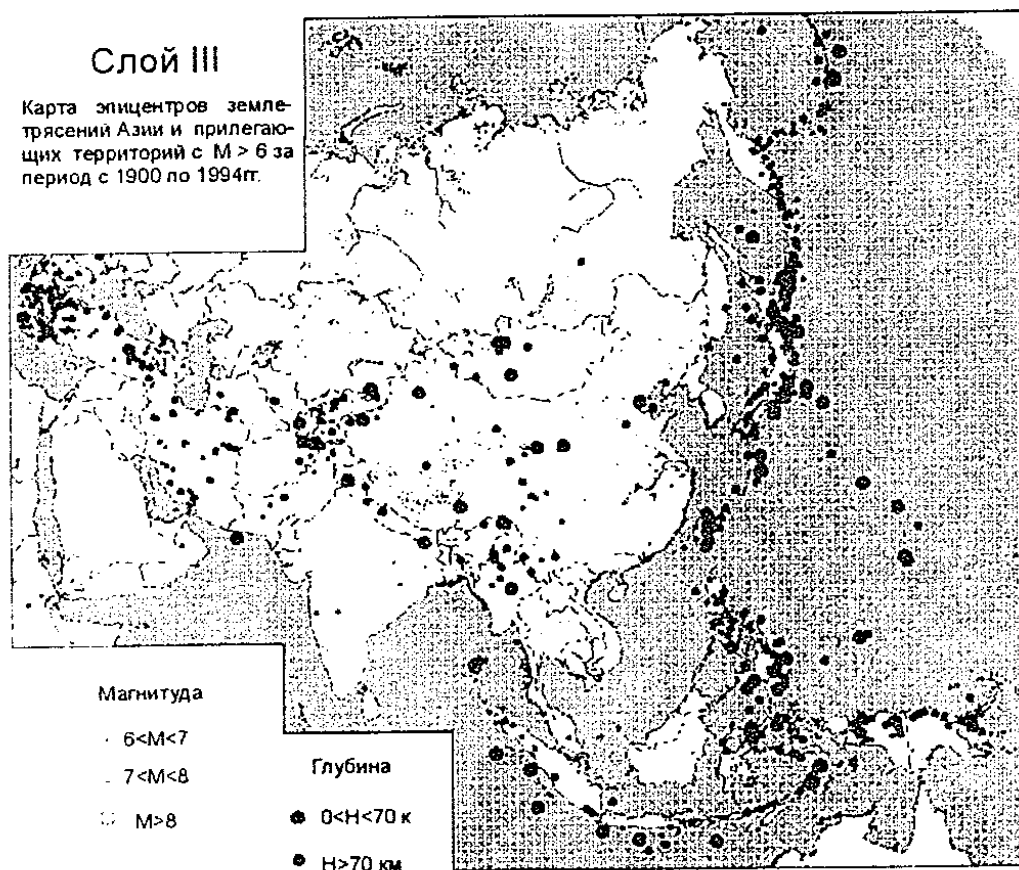
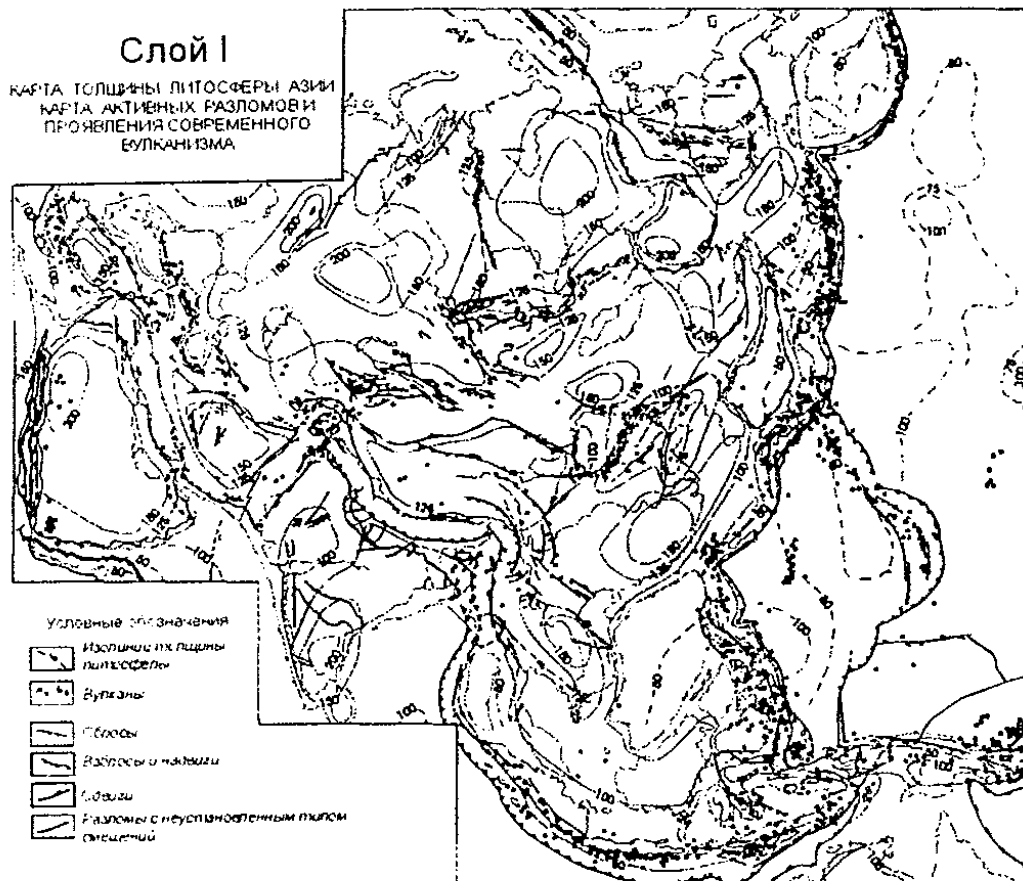
## Современная геодинамика континентальной литосферы Азии

Изучение современной геодинамики (СГ) континентальной литосферы является актуальной проблемой настоящего времени. СГ необходимо рассматривать как результат взаимодействия комплекса природных эндодинамических и экзодинамических процессов, выяснение причинно-следственных связей между которыми часто представляет самостоятельную научную проблему. Ее решение открывает пути для выяснения закономерностей вариаций геодинамических процессов во времени и в пространстве [1]. Среди них наиболее важное значение придается проблемам среднесрочного прогноза социально опасных явлений, часто носящих катастрофический характер. Интегрированную информацию о геодинамическом состоянии крупных регионов, как правило, отражают на геологических картах. В настоящее время они являются практически самыми востребованными документами, которые лежат в основании эксплуатируемых или планируемых к освоению социально-экономических пространств.

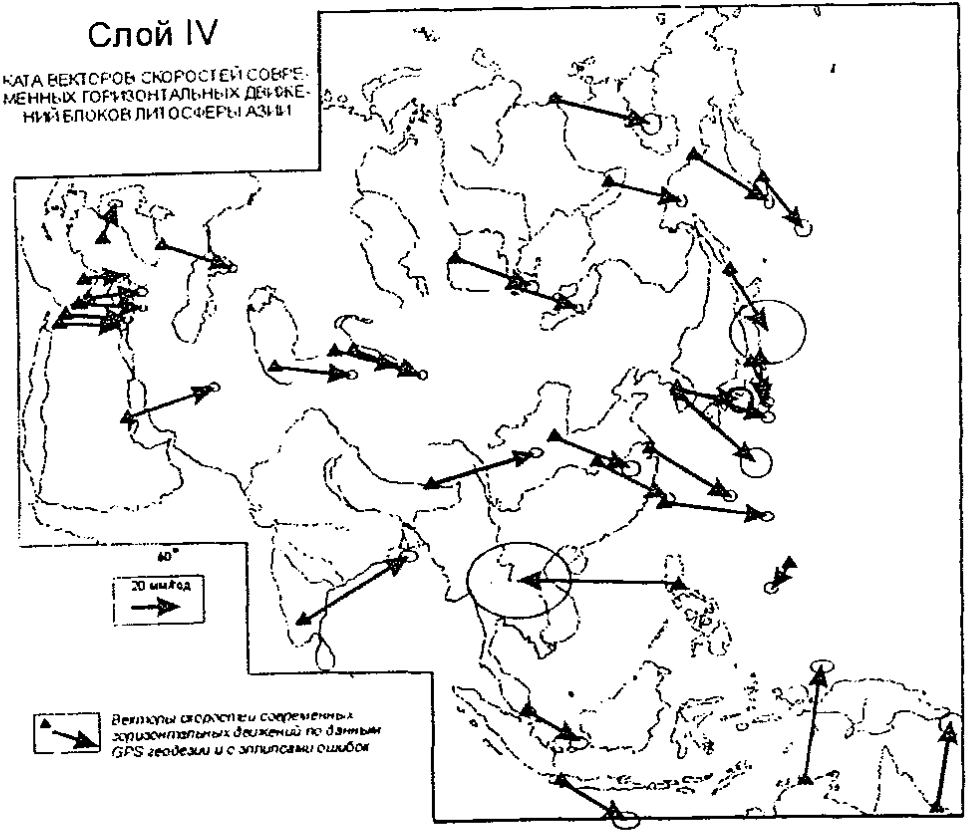
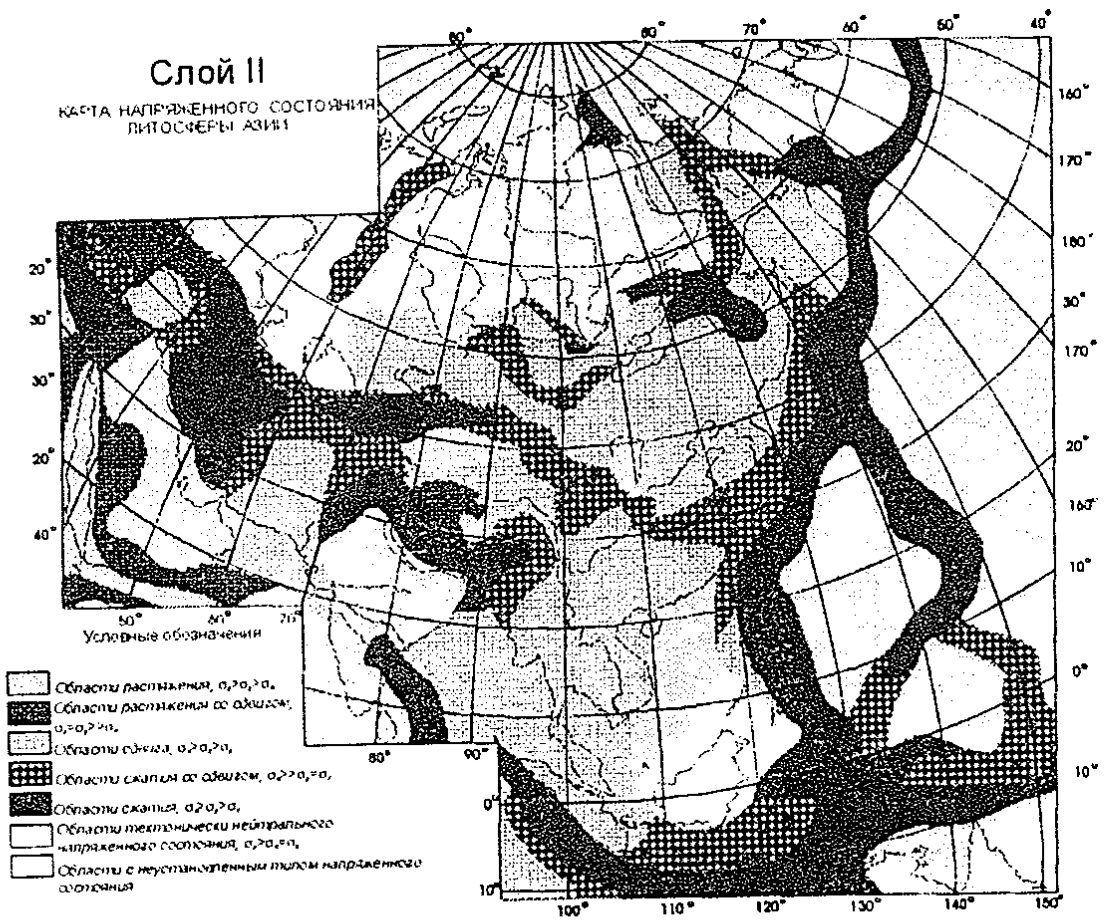
На примере континентальной литосферы Азии нами составлена карта СГ. На карте СГ необходимо отразить весь комплекс различных компонент эндогенной и экзогенной ситуаций. Уже первые попытки картографирования показали недостижимость таких построений. Выяснилось, что все информационное пространство, в котором действуют процессы, нужно разделить на «слои» (рисунок). Это, с одной стороны, позволяет

---

<sup>1</sup> Институт земной коры (ИЗК) СО РАН, Иркутск, Россия



Информационные слои. Карты современной геодинамики Азии.  
Составили: Леви К.Г., Шерман С.И., Саньков В.А., Лухнев А.В., Лунина О.В.



выявить закономерности пространственного распространения и вариаций одного процесса, а с другой – определить области «наложения» различных процессов, где их взаимодействие может привести к инициированию других процессов, в том числе и катастрофических.

Были оценены наиболее важные эндодинамические составляющие, определяющие состояние литосферы на современном этапе ее эволюции: толщина литосферы, ее напряженное состояние, активные разломы и их плотность, сейсмичность, вулканизм и кинематика горизонтальных перемещений крупных блоков.

Толщина литосферы  $L$  (в км) оценивалась по уравнению  $\ln L = 320.4 e^{-0.017q}$ , где  $q$  – осредненная по сетке  $5^\circ \times 5^\circ$  величина теплового потока в  $\text{мВт/м}^2$  [2]. Корреляционное отношение, определенное для этого уравнения, составляет 0.9 при объеме выборки около 200 пар значений. Вариации толщины литосферы на территории Азии не противоречат существующим геотектоническим представлениям. Повсеместно под кратонами ее толщина достигает 200–250 км или более и довольно резко уменьшается под современными подвижными поясами до 70–100 км. Вариации толщины литосферы в пределах различных геодинамических областей изменяют напряженно-деформированное ее состояние, влияют на изменения градиента скорости тектонических движений и плотности активных разломов, без которых невозможно проявление блоковых тектонических перемещений (слой 1). Плотность активных разломов определялась путем подсчета их числа  $N$  в окне  $5^\circ \times 5^\circ$ , и пределах Азии она варьировала от 0 до 40 единиц: минимум на кратонах и максимум в современных подвижных областях. Отчетливо видно тяготение областей увеличения  $N$  в регионах с относительно тонкой литосферой. Увеличение числа разломов приводит к повышению оттока тепла из недр, возникновению дополнительного тепла за счет деформаций слоев литосферы и трения на плоскостях разломов в процессе перемещения тектонических блоков. Все это вызывает относительный перегрев верхней части литосферы и изменение ее реологических свойств.

Тип напряженно-деформированного состояния литосферы оценивался по карте напряженного состояния верхней части литосферы Земли [3], при построении которой использованы обобщенные сейсмологические данные по решению механизмов очагов землетрясений, результаты структурно-геологических съемок с реконструкцией полей напряжений, тектонические данные о современных геодинамических режимах и неотектонических движениях. По соотношению главных нормальных напряжений сжатия (вертикального  $\sigma_z$ , горизонтальных максимального  $\sigma_x$  и минимального  $\sigma_y$ ) и их наклону к горизонту выделены шесть основных типов напряженного состояния верхней части литосферы, которые предлагается использовать в качестве фона карты СГ Азии (слой 2).

Следствием перемещений вдоль зон активных разломов или их прорастания в условиях различных типов напряженных состояний является сейсмичность. Ее геодинамическая характеристика представительна в па-

раметрах магнитуд, глубин гипоцентров и плотности эпицентральных полей (слой 3). Последние в пределах Азии организованы в два типа: поля рассеянной и сосредоточенной сейсмичности. Для большинства тектонических структур характерны коровые землетрясения, и только в областях коллизии и поддвига литосферы возникают средне- и глубокофокусные землетрясения. При построении карты современной геодинамики основное внимание необходимо уделять территориям сосредоточенной сейсмичности. В них по характеру распределения гипоцентров удалось выделить области повышенной концентрации очагов. Подобные области предложено именовать «сейсмическими» структурами литосферы [2]. Объемы этих структур коррелируют с их энергоемкостью, и, следовательно, представляется возможным оценить предельную потенциальную магнитуду землетрясения в них. В то же время, выяснилось, что коровая сейсмичность и глубины очагов коррелируют с толщиной упругого слоя литосферы [1, 2]. На количественном уровне аргументируется влияние параметра толщины литосферы на современные геодинамические процессы.

Особое место в СГ справедливо отводится векторному полю горизонтальных тектонических перемещений блоков литосферы, полученному на базе методов GPS-геодезии. Эти данные позволяют оценить скорости и направленность перемещения тектонических блоков литосферы Азии (слой 4) [4]. Отчетливо видно, что векторы скоростей современных горизонтальных движений преимущественно ориентированы на восток, отражая тесную взаимосвязь региональных геодинамических режимов с трансрегиональной зоной субдукции западной части Тихоокеанской океанической плиты и с коллизией Индостанской и Евразийской литосферных плит.

Представленные в цветном варианте слои рисунка великолепно интегрируются в составленную группой авторов под редакцией Ю.Г. Леонова целостную единую «Карту современной геодинамики Азии». Она отражает возможности нового подхода к геодинамическому районированию континентальной литосферы, который позволяет использовать геодинамические построения для выявления факторов, определяющих современную геодинамическую активность литосферы. Последняя оказывает непосредственное влияние на социально-экономическое состояние человеческого сообщества. Особый акцент придается возможностям использования подобным образом составленных карт СГ для выделения регионов с высокой вероятностью возникновения природных катастроф эндогенной природы.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проекты №№ 01-05-64485, 01-05-97226; интеграционного проекта СО РАН – 77.

## Литература

1. *Levi K., Sherman S.* Applied geodynamic analysis // Musee Royal De L'Afrique Centrale. Tervuren, Belgique Annales, Sciences Geologiques. 1995. V. 100. 133 p.
2. *Леви К.Г.* Неотектонические движения в сейсмоактивных зонах литосферы (тектонофизический анализ). Новосибирск: Наука, 1991. 165 с.

3. Шерман С.И., Лунина О.В. Новая карта напряженного состояния верхней части литосферы Земли // ДАН. 2001. Т. 378. № 5. С. 672–674.
4. Саньков В.А., Леви К.Г., Лухнев А.В. и др. Современная геодинамика Монголо-Сибирского подвижного пояса по данным геолого-структурных и инструментальных исследований // Тектоника и геофизика литосферы. М.: ГЕОС, 2002. С. 170–174 (Материалы XXXV Тектонич. совещ.; Т. 2).

Л.Э. Левин<sup>1</sup>

## Реологическая расслоенность термической литосферы и задача оценки сейсмической опасности

Реологическая расслоенность литосферы на упругохрупкий и пластично-вязкий слои контролируется глубиной изотермы 600°C, которая отвечает подошве упруго-хрупкого слоя. Анализ этой расслоенности необходим для решения теоретической проблемы направленности геодинамических событий и практической задачи оценки сейсмической опасности. Последнее вызвано концентрацией в упругохрупком слое до 90% гипоцентров землетрясений и выделенной энергии сейсмических волн [7].

Для анализа глубин изотермы 600°C используется составленная ранее глобальная карта теплового потока М 1:25 000 000 с последующим решением стандартного уравнения связи тепловой поток – температура на любой глубине коры и верхней мантии. Методика анализа была неоднократно опубликована ранее [1, 6].

Глубины подошвы упругохрупкого слоя Земли в целом изменяются в широком диапазоне. Наименьшие значения глубин 5–75 км образуют шесть субмеридиональных и два субширотных пояса. Наибольшие глубины от 75 до более 200 км отвечают тектоническим элементам, расположенным между этими поясами и переходным областям между ними – глубоководным котловинам океанов, зонам субдукции, платформам и щитам на континентах. Наиболее высокое положение глубин, менее 5–15 км, характеризует систему средино-океанских хребтов с поперечными апофизами вдоль трансформных разломов. Близкие значения глубин отвечают зонам спрединга в краевых морях. В системе рифтовых прогибов вдоль пассивных окраин континентов, разделенных на отдельные сектора поперечными рифтами (Бенуэ, Амазонским, Камбейским и др.), рассматриваемые глубины составляют 15–25 км. В глубоководных котловинах океанов и краевых морей, расположенных между вулканогенными хребтами и зонами спрединга, глубины подошвы порядка 50–75 км. Они достигают 125–200 км в зонах субдукции и существенно изменчивы по простиранию этих зон.

<sup>1</sup> Центр региональных геофизических и геоэкологических исследований ГЕОН МПР, Москва, Россия