

ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ И СЕЙСМИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ ФОРМИРОВАНИЯ СИЛЬНЕЙШИХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

Семен Иойнович Шерман

Институт земной коры СО РАН, 664033, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 128, доктор геолого-минералогических наук, профессор, главный научный сотрудник, тел. (395)242-82-61, e-mail: ssherman@crust.irk.ru

Ольга Анатольевна Кучай

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, тел. (383)330-87-05, e-mail: KuchayOA@ipgg.sbras.ru

Наталья Анатольевна Бушенкова

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник; Новосибирский государственный университет, 630090, Россия, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 2, тел. (383)330-92-01, e-mail: BushenkovaNA@ipgg.sbras.ru

В континентальной литосфере Центральной Азии выделяется единственный в мире регион, в котором эпицентры сильнейших землетрясений ($M \geq 7.5$), произошедшие за последнее столетие, образуют большой и четкий кластер. Его формированию и накоплению высоких напряжений способствуют окружающие территории: на юге – Индостанская плита как индентор напряжений, на востоке – трансрегиональная субмеридиональная пограничная структура по известному 105° в.д., на севере – громадная Сибирская платформа, своеобразный упор и противодействие силам индентора, на западе границу образует территория сближения Памира, Тянь-Шаня и Казахской плиты. Сильнейшие землетрясения последних столетий и их неудачные прогнозы предопределяют необходимость разработки принципиально новых подходов к пониманию генезиса сильнейших землетрясений в континентальной литосфере Земли и их сейсмической опасности.

Ключевые слова: сильнейшие землетрясения, Центральная Азия, сейсмичность, сейсмическая зональность, геодинамика, кластер, сейсмическая опасность.

GEODYNAMIC AND SEISMIC ZONATION OF THE FORMATION OF THE STRONGEST EARTHQUAKES IN CENTRAL ASIA

Semen I. Sherman

Institute of the earth's crust SB RAS, Russia, 664033, Irkutsk, Lermontova Str. 128, Professor, Principal Research Scientist, tel. (395)242-82-61, e-mail: ssherman@crust.irk.ru

Olga A. Kuchay

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Koptuyug Prospect, Ph. D., Senior Researcher, tel. (383)333-87-05, e-mail: KuchayOA@ipgg.nsc.ru

Natalia A. Bushenkova

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Koptuyug Prospect, Ph. D., Senior Researcher; Novosibirsk State University, 630090, Russia, Novosibirsk, 2 Pirogova St., tel. (383)330-92-01, e-mail: BushenkovaNA@ipgg.sbras.ru

The world's only region with large and clear cluster of the epicenters of strongest earthquakes ($M \geq 7.5$), which were occurred over the last century in a continental lithosphere, stands out in the Central Asia. Its formation and accumulation of high voltages contribute to the surrounding area. The Indian plate as an indenter of stresses is to the South. To the East is submeridional border of well-known transregional structure which going along the 105°E . The huge Siberian platform is to the North, as a kind of detent to counter the forces of the indenter. From the West the cluster border formed by the area of convergence the Pamirs, Tien Shan and the Kazakh plate. The strongest earthquakes of the last centuries, and their failed predictions necessitate development of fundamentally new approaches to the understanding of the strongest earthquakes genesis in the continental lithosphere and seismic hazard.

Key words: strong earthquake, Central Asia, seismicity, seismic zonation, geodynamics, cluster, seismic hazard.

В континентальной литосфере Центральной Азии выделяется единственный в мире регион, в котором эпицентры сильнейших землетрясений ($M \geq 7.5$), произошедшие за последнее столетие, образуют большой и четкий кластер (рис. 1).

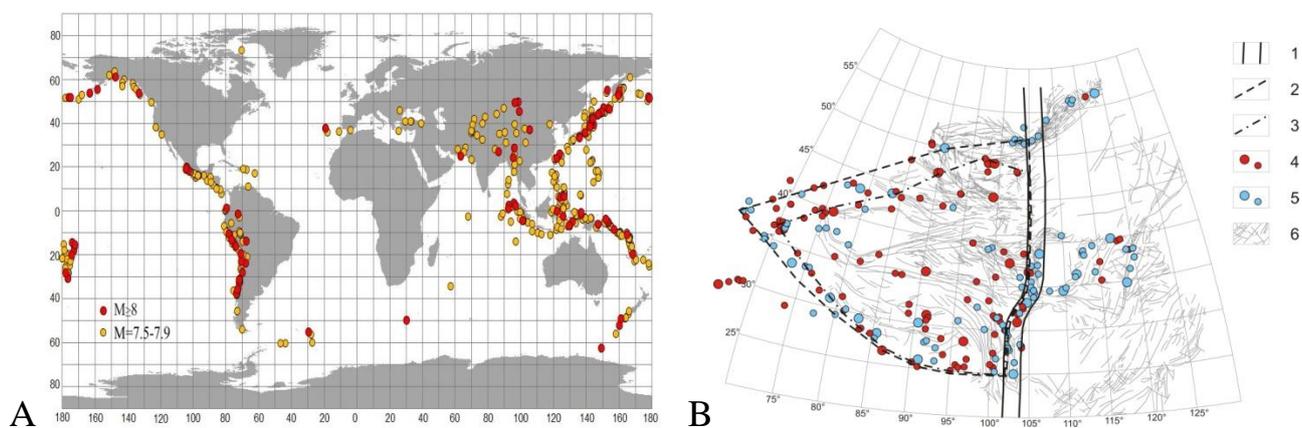


Рис. 1. Схема локализации сильнейших землетрясений вдоль литосферных плит и в пределах континентальной литосферы:

(А) – схема распределения сильнейших землетрясений мира. Красным цветом показаны землетрясения с $M \geq 8.0$, желтым – $7.5 \leq M < 8.0$; (В) – схема локализации сильнейших землетрясений в континентальной литосфере Центральной Азии. Красным цветом выделены эпицентры землетрясений последнего столетия (1900–2012 гг.), голубым – эпицентры землетрясений, произошедших до 1900 года. Трапеция – площадь распространения

Его формирование определяется современной геодинамической зональностью громадной территории [8, 14]. Она сформирована пятью геодинамическими зонами (рис. 2), различающимися современной сейсмической активностью. Распределение очагов землетрясений по глубине для территории Китая достаточно подробно освещено в опубликованных статьях [10, 13]. Для построения карты глубин нами использовались данные за период с 1970 по 2010 годы по

материалам Международного сейсмологического центра [<http://www.isc.ac.uk>] для землетрясений с достаточно большой энергией ($M \geq 4.6$). На рассматриваемой территории глубины очагов землетрясений располагаются преимущественно в земной коре в интервале от 0 до 40 км. Более глубокие события ($H=40-70$ км) зарегистрированы в Памиро-Гиндукушской и Бирманской глубокофокусных зонах, а также фрагментарно в Гималаях, Тибете и Тянь-Шане. К северу от 35° с.ш. количество очагов с $H=40-50$ км незначительное. По данным местной сети сейсмических станций Киргизии, на западном и центральном Тянь-Шане очаги землетрясений глубже 40 км не фиксировались [2]. В Алтае-Саянской горной области и Байкальской рифтовой системе, по данным Байкальского и Алтае-Саянского филиалов Геофизической службы РАН и ряда авторов [1, 4–6], сейсмически активный слой ограничен глубиной 30 км. Получается, что по разным литературным источникам и разным данным мощность сейсмоактивного слоя в ряде регионах различается.

По вариациям мощности земной коры [9, 12] граница между западной и восточной частями территории Центральной Азии представлена меняющейся по ширине меридиональной зоной с постоянной, около 42–44 км, толщиной коры. Характеризуемая меридиональная граница находит отражение на схемах глубинного строения литосферы Центральной Азии по интерпретации скоростей P - и S -волн [11].

Таким образом, анализ распределения глубин очагов и мощности земной коры показывает следующее. Изменение глубин в западной части Центральной Азии при движении с юга (Гималаи) на север (Тянь-Шань) происходит с уменьшением глубин землетрясений с 70 до 30–40 км. В восточной части, включающей Северо-Китайскую равнину, Монгольский Гоби-Алтай, пустыню Гоби и Прибайкалье, мощность сейсмоактивного слоя земной коры не превышает 40 км, увеличиваясь только в северной окраине Восточно-Китайской равнины. И, соответственно, общая картина распределения землетрясений позволяет констатировать тенденцию к увеличению глубины сейсмоактивного слоя в областях с повышенной мощностью земной коры (Тибет, Памир, Гималаи) в западной части рассматриваемой области. Изложенное характерно для выделения первой основной и центральной геодинамических зон.

Первая геодинамическая зона характеризуется локализацией сильнейших землетрясений ($M \geq 8$) (рис. 2) [3, 7, 8]. Ее геолого-геофизическая специфика заключается в повышенной толщине земной коры, высоких скоростях ее современных движений, фиксации в разрезе литосферы слоев с реологической текучестью материала, а также специфическим окружением: геодинамическими зонами со сравнительно пониженной геодинамической активностью. На юге главным индентором напряжений выступает практически асейсмичная Индо-станская плита (рис. 2). Накоплению высоких напряжений благоприятствуют три, окружающие с востока, севера и запада, геодинамические зоны, играющие роль специфических геодинамических границ. На востоке – трансрегиональная субмеридиональная пограничная структура в континентальной литосфере Центральной Азии по хорошо известному 105° в.д., разделяющая в континентальной

Центральной Азии регионы с интенсивной сейсмической активностью от относительно пассивных. На севере – громадная Сибирская платформа, своеобразный упор и противодействие силам индентора. Западную границу образует территория сближения Памира, Тянь-Шаня и Казахской плиты. Фактически граница не выражена полноценной геологической структурой. Она сформирована сближающимися блоками в области квазипластического течения материала.



Рис. 2. Геодинамическая зональность Центральной Азии:

1 – меридиональная пограничная зона Центральной Азии – восточная граница зоны высокой геодинамической активности; 2 – границы между геодинамическими зонами; 3 – зоны высокой геодинамической активности: I – центральная зона интенсивного сжатия литосферы и локализации сильных землетрясений; II – зона Индостанской плиты – индентора напряжений сжатия; III – зона схождения блоковых структур Памира, Тянь-Шаня и Казахской глыбы, затрудняющая разрядку напряжений сжатия и течения вещества на запад; 4 – зоны относительно слабой тектонической активности и стабильные: IV – зона Амурской плиты и крупных блоковых структур юго-восточного Китая; V – стабильная зона Сибирской платформы. Знаки: 1 – пунктир; 2 – штрих-пунктир, очерчивающий границы каждой зоны; I, II, III, IV и V – это цветовая гамма (I – оранжевая; II – интенсивно-красная; III – светло-оранжевая; IV – светло-зеленая; V – светло-синяя)

Плиты создают упор выжимаемым с запада движениям масс земной коры, а суженный межблоковый участок препятствует движениям скапливающихся объемов горных масс. Созданный естественными тектоническими процессами рубеж играет роль своеобразного упора и сопротивления процессу «выдавливания» и квазивязкого течения горных масс.

Сформированные природными геодинамическими процессами активная южная граница центральной геодинамической зоны с ее высокой сейсмично-

стью и пассивные три других создали благоприятные условия для накопления высоких напряжений и их периодической разрядки сильнейшими землетрясениями. Подобное место на земном шаре уникально. Его сейсмическая опасность последних столетий и неудачные прогнозы произошедших катастрофических землетрясений определяют необходимость разработки принципиально новых подходов к пониманию генезиса сильнейших землетрясений в континентальной литосфере Земли и их сейсмической опасности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Голенецкий С.И. Анализ эпицентрального поля. Сейсмическая активность. Глубин очагов землетрясений Прибайкалья // Сейсмическое районирование Восточной Сибири и его геолого-геофизические основы. – Новосибирск: Наука, 1977. – С. 163–184.
2. Земная кора и верхняя мантия Тянь-Шаня в связи с геодинамикой и сейсмичностью / Под ред. А.Б. Бакиров. – Бишкек: Илим, 2006. – 116 с.
3. Кучай О.А., Бушенкова Н.А. Механизмы очагов землетрясений Центральной Азии // Физическая мезомеханика. – 2009. – № 12 (I). – С. 17–24.
4. Локализация землетрясений и средние характеристики земной коры в некоторых районах Прибайкалья / Н.А. Гилева, В.И. Мельникова, Н.А. Радзиминович и др. // Геология и геофизика. – 2000. – Т. 41, № 5. – С. 629–636.
5. Суворов В.Д., Тубанов Ц.А. Распределение очагов близких землетрясений в земной коре под центральным Байкалом // Геология и геофизика. – 2008. – Т. 49, № 8. – С. 805–818.
6. Цибульчик И.Д. О глубинах очагов землетрясений Алтае-Саянской области // Геология и геофизика. – 1966. – №5. – С. 170–173.
7. Шерман С.И. Сейсмический процесс и прогноз землетрясений: тектонофизическая концепция. – Новосибирск: Академическое издательство «Гео», 2014. – 359 с.
8. Шерман С.И. Локализация современных сильных землетрясений в Центральной Азии: редкое сочетание геодинамических и триггерных факторов // Триггерные эффекты в геосистемах: материалы 3-го Всероссийского семинара-совещания / ИДГ РАН. – Москва: ГЕОС, 2015. – С. 138–149.
9. Depth distribution of Moho and tectonic framework in eastern Asian continent and its adjacent ocean areas / Jiwen Teng, Rongsheng Zeng, Yafen Yan, Hui Zhang // Science in China (Series D). – 2003. – Vol. 46, N 5.
10. Investigation of the Moho discontinuity beneath the Chinese mainland using deep seismic sounding profiles / Jiwen Teng, Zhang Zhongjie, Zhang Xiankang et al. // Tectonophysics. – 2013. – Vol. 609. – P. 202–216.
11. Koulakov I.Y. High-frequency P and S velocity anomalies in the upper mantle beneath Asia from inversion of worldwide travel time data // J. Geophys. Res. Solid Earth. – 2011. – Vol. 116. – P. B0401.
12. Li S., Mooney W.D., Fan J. Crustal structure of mainland China from deep seismic sounding data // Tectonophysics. – 2006. – Vol. 420, N 1–2. – P. 239–252.
13. Moho depth, seismicity and seismogenic structure in China mainland / Jiwen Teng, Deng Yangfan, Badal José, Zhang Yongqian // Tectonophysics. – 2014. – Vol. 627. – P. 108–121.
14. Sherman S.I., Ma Jin, Gorbunova E.A. Recent strong earthquakes in Central Asia: regular tectonophysical features of locations in the structure and geodynamics of the lithosphere. Part 1. Main geodynamic factors predetermining locations of strong earthquakes in the structure of the lithosphere in Central Asia // Geodynamics & Tectonophysics. – 2015. – Vol. 6(4). – P. 409–436.

© С. И. Шерман, О. А. Кучай, Н. А. Бушенкова, 2017