

ПЕТРОЛОГИЯ, ГЕОХИМИЯ И МИНЕРАЛОГИЯ

ПОЗДНЕЧЕТВЕРТИЧНЫЙ И СОВРЕМЕННЫЙ РЕЖИМЫ ДЕФОРМИРОВАНИЯ  
ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ТУНКИНСКОЙ СИСТЕМЫ ВПАДИН ПО СТРУКТУРНО-  
ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИМ И СЕЙСМОЛОГИЧЕСКИМ ДАННЫМ

А.В. Аржанникова, В.И. Мельникова, Н.А. Радзиминович

*Институт земной коры СО РАН, 664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 128, Россия*

В результате комплексного сейсмологического и структурно-геоморфологического анализа западной части Тункинской системы впадин установлено, что современная сейсмичность отражает общую тенденцию развития структур в позднечетвертичное время. Определено, что преобладающим деформационным режимом земной коры на позднечетвертичном этапе развития является сдвиг со сжатием. Деформации сжатия приурочены к границам блоков и к северному горному обрамлению, а деформации растяжения характерны для внутренних частей впадин, остающихся в „тектонической тени“ при левосдвиговом перемещении по субширотным разломам. По сейсмологическим данным системы главных напряжений в очагах землетрясений, локализующихся во впадинах, чаще всего представлены сочетаниями близгоризонтального СЗ растяжения с наклонным или близвертикальным сжатием, в то время как на границах блоков и в хребтах доминируют близвертикальное растяжение и близгоризонтальное СВ сжатие. В целом определяющую роль в напряженно-деформированном состоянии земной коры исследуемого района играют сдвиги, при этом деформации укорочения преобладают над деформациями удлинения.

*Структурная геоморфология, механизмы очагов землетрясений, деформационный режим, юго-западный фланг Байкальской рифтовой зоны.*

LATE QUATERNARY AND CURRENT DEFORMATION IN THE WESTERN TUNKA SYSTEM  
OF BASINS: EVIDENCE FROM STRUCTURAL GEOMORPHOLOGY AND SEISMOLOGY

A.V. Arzhannikova, V.I. Mel'nikova, and N.A. Radziminovich

Integrated seismological and structural geomorphological studies of the western Tunka system of basins in the southwestern Baikal rift show that the historic seismicity reflects the general Late Quaternary evolution trend of structures. Crustal deformation occurs mainly as transpression. Compression follows block boundaries and the northern mountainous borders of basins, whereas extension acts upon basin's inner parts, which remain in "tectonic shadow" during left-lateral strike-slip motions on W-E faults. Principal stresses inferred from earthquake mechanisms are most often a combination of horizontal NW extension and oblique or vertical compression in the basins and vertical extension with horizontal NE compression in the bordering ridges and along block boundaries. The general deformation style in the region is dominated by strike-slip faulting, and compression (shortening) dominates over extension.

*Structural geomorphology, earthquake mechanisms, deformation style, southwestern flank of Baikal rift system*

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время при изучении Байкальского рифта большой интерес вызывает вопрос о его позднечетвертичной геодинамике. В частности, одной из проблем является определение режима деформирования земной коры. При этом, если для центральной части Байкальского рифта, где, по сейсмологическим и геолого-структурным данным, преобладает поперечное к простиранию основных рифтовых структур близгоризонтальное растяжение [Солоненко и др., 1993; Леви и др., 1996], деформационный режим определяется однозначно, то для юго-западного фланга, в частности Тункинской системы впадин, он является предметом дискуссий. В настоящий момент существуют несколько точек зрения на проблему, основными из них являются предположения о преобладании режима сдвига со сжатием [Парфеев, Саньков, 2004] и режима косоугольного растяжения [Лунина, Гладков, 2004а]. Чтобы ответить на вопрос, какой режим деформирования является преобладающим в позднечетвертичное время (включая современную

стадию), нами была проанализирована вся имеющаяся информация о механизмах очагов землетрясений, в том числе и слабых, в сопоставлении со структурно-геоморфологическими данными. Основное внимание было уделено западной части Тункинской системы впадин как наиболее выраженной в современной сейсмичности.

### КРАТКАЯ ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ТУНКИНСКОЙ СИСТЕМЫ ВПАДИН

Тункинская система впадин (рис. 1, А) представлена цепочкой чередующихся депрессий и межвпадинных перемычек (с запада на восток): Мондинская впадина, Хара-Дабанская перемычка, Хойтогольская, Туранская впадины, Ниловский отрог, Тункинская впадина, Еловский отрог, Торская впадина, Быстринская перемычка и Быстринская впадина. С севера Тункинская система впадин обрамляется хр. Тункинские Гольцы, с юга — хр. Хамар-Дабан. Граница в обоих случаях проходит по зонам крупных региональных разломов: с севера — по Тункинскому, с юга — по Байкало-Мондинскому.

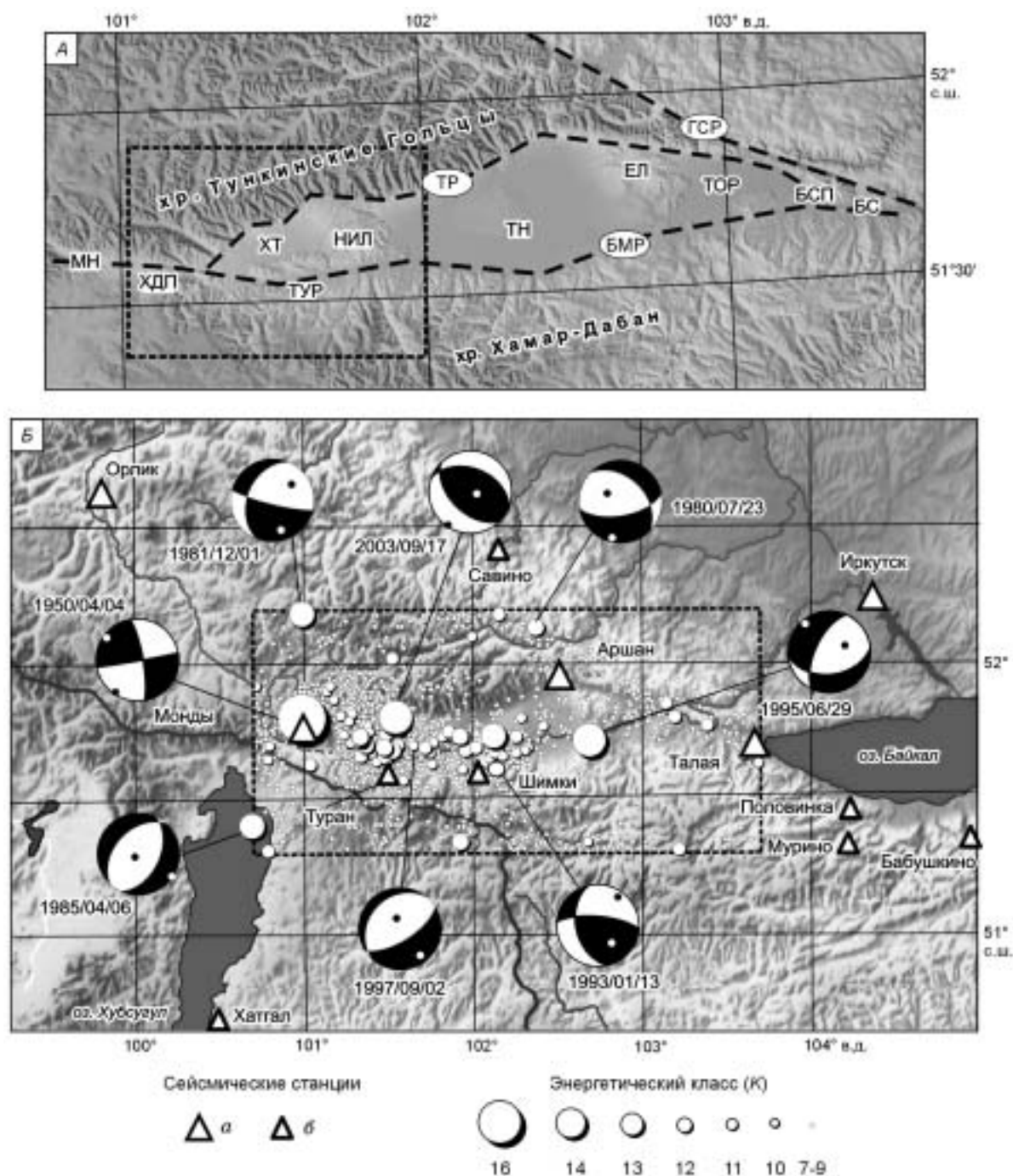
Первый этап формирования Тункинской системы впадин приходится на олигоцен-миоценовое время [Мазиллов и др., 1993; Логачев, 2003], при этом происходит разрастание Тункинского рифта с востока на запад. Прогибание западной части Тункинской системы впадин, исходя из данных бурения [Мазиллов и др., 1972], началось в среднем миоцене, а в среднем плиоцене значительно усилилось, о чем свидетельствует постепенное накопление сначала мелкозернистых отложений (миоцен), а затем грубообломочных (со второй половины плиоцена). В позднем плиоцене—раннем плейстоцене продолжалось опускание впадин и накопление русловых отложений, перекрывающих грубообломочные плиоценовые осадки. Основную роль в то время играл деформационный режим растяжения со сдвигом [Шерман, Днепровский, 1989; Лунина, Гладков, 2004а,б] (при кратковременном этапе сжатия на границе миоцена и плиоцена [Логачев, 2003; Парфеев, Саньков, 2004]), при котором бортовые разломы развивались как сбрососдвиги.

Деформационный режим на позднечетвертичном этапе развития Тункинской системы впадин определяется неоднозначно. Выводы, сделанные по результатам структурно-геологических исследований [Парфеев, Саньков, 2004; Лунина, Гладков, 2004б] (реконструкция полей тектонических напряжений по данным о трещиноватости) различны. В первом случае [Парфеев, Саньков, 2004] преобладающим считается режим сдвига со сжатием север-северо-восточного направления. Во втором [Лунина, Гладков, 2004б] — на всех этапах развития тункинской части Байкальской рифтовой зоны, включая современный, преобладает косое растяжение (доминирующая СЗ ось растяжения при СВ оси сжатия), а деформации сжатия отражают лишь локальные кратковременные вариации напряженного состояния. При этом для оценки современного поля напряжений авторами [Парфеев, Саньков, 2004; Лунина, Гладков, 2004б] использовалась информация о фокальных механизмах землетрясений.

### СЕЙСМИЧНОСТЬ И ОСОБЕННОСТИ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ

Сейсмостатистические данные свидетельствуют о том, что в исследуемом районе в XIX—XX веках произошло несколько достаточно сильных ( $M > 5$ ) землетрясений [Сейсмическое районирование..., 1977; Голенецкий, 1998]. Их очаговые зоны, как правило, располагались в тех областях, к которым было приурочено и большинство слабых толчков. Сеть стационарных и временных сейсмических станций России и Монголии, развернутая на территории юго-западного фланга Байкальской рифтовой зоны в 1958—1976 гг. (см. рис. 1, Б), позволила установить в районе Тункинских впадин и их горного обрамления повышенную сейсмическую активность (ошибка определения эпицентров землетрясений не превышала  $\delta = \pm 5 - 10$  км [Сейсмоструктура и сейсмичность..., 1975]). В целом распределение эпицентров землетрясений здесь носит фрагментарный характер и следует двум направлениям — субширотному и северо-западному (см. рис. 1, Б), что подтверждается и более точной ( $\delta = \pm 2 - 5$  км) локализацией эпицентров землетрясений, зарегистрированных цифровыми сейсмическими станциями в последние годы (использовались материалы БФ ГС РАН за 1999—2003 гг.).

На рассматриваемой территории 4 апреля 1950 г. произошло одно из сильнейших землетрясений Восточной Сибири — Мондинское ( $M_L = 7.0$ ;  $K = 16$ ) [Сейсмическое районирование..., 1977; Новый каталог..., 1977]. Его очаг тяготеет к субширотно ориентированному сегменту Байкало-Мондинского разлома, ограничивающему с севера Мондинскую впадину. Именно для этого события, впервые в данном районе, А.В. Введенская и Л.М. Балакина [1960] определили фокальный механизм по знакам первых вступлений  $P$ -волн, записанных удаленными станциями мировой сети. Согласно полученному решению, обе возможные плоскости разрывов имели широтное простирание, одна из них была субгоризонтальной, другая — субвертикальной. Под действием вертикального растяжения и горизонтального СВ сжатия в очаге осуществлялись взбросовые подвижки (верхнее крыло разрыва поднималось, а нижнее — опускалось). Другую комбинацию очаговых параметров для Мондинского события предложила Л.А. Миша-



**Рис. 1. Основные структурные элементы Тункинской системы впадин (А).**

*Впадины:* МН — Мондинская, ХТ — Хойтогорская, ТУР — Туранская, ТН — Тункинская, ТОР — Торская, БС — Быстринская; межвпадинные перемычки: НИЛ — Ниловский отрог, ЕЛ — Еловский отрог, ХДП — Хара-Дабанская, БСП — Быстринская перемычки; *главные активные разломы:* ТР — Тункинский, БМР — Байкало-Мондинский; ГСР — Главный Саянский. Прямоугольником выделена область исследования.

**(Б). Эпицентры землетрясений на территории, выделенной прямоугольником, за период с 1950 по 2003 г. и индивидуальные фокальные механизмы в проекции нижней полусферы.**

На стереограммах закрашены области волн сжатия; главные оси напряжений растяжения и сжатия обозначены светлыми и темными точками соответственно. Сейсмические станции: *a* — постоянные, *b* — временные.