

ТЕКТОНИКА

УДК 551.243.5

**РАЗЛОМНО-БЛОКОВОЕ СТРОЕНИЕ ЗЕМНОЙ КОРЫ И НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ  
В ЗОНАХ РЕГИОНАЛЬНЫХ РАЗЛОМОВ ВОСТОЧНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ОЗЕРА БАЙКАЛ**

**А.В. Черемных**

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

Приводится пример картирования разломно-блокового строения и анализа напряженного состояния верхней части земной коры на восточном побережье оз. Байкал. Для полигона исследований построена карта разломно-блокового строения, которая детализирует представления о неоднородности верхней части земной коры. На карте нашли отражение основные особенности блокового строения геологической среды. Выделены зоны региональных разломов, в пределах которых геолого-структурными и тектонофизическими методами изучено напряженное состояние. Анализ напряженного состояния в зонах региональных разломов района исследования свидетельствует о развитии последних в обстановках сдвига и растяжения.

*Разломы, блоки, напряжения, неотектоника, Усть-Баргузин, оз. Байкал.*

**STRUCTURE AND STRESS FIELD OF FAULTED CRUST ON THE EASTERN SIDE OF LAKE BAIKAL**

**A.V. Cheremnykh**

The paper addresses the structure and stress field of faulted upper crust on the eastern side of Lake Baikal. The reported structural map of the study area provides details of crustal heterogeneity and images major fault-bounded blocks. The regional stress field was studied along the mapped faults by structural and tectonophysical methods. The obtained stress pattern indicates faulting in shear and extension environments.

*Fault, block, stress, neotectonics, Ust'-Barguzin, Lake Baikal*

**ВВЕДЕНИЕ**

Земная кора разбита множеством разноранговых разломов, проникающих на различные глубины, на блоки соответствующих масштабов. Актуальным является изучение параметров разломов и блоков на разных масштабных уровнях и установление связи разломно-блоковых неоднородностей и напряженного состояния верхней части земной коры. Ранее была составлена карта разломно-блокового строения Прибайкалья и изучены характеристики региональных блоков [1—3]. Эти исследования показали, что разломно-блоковая структура регионального уровня в пределах Байкальской рифтовой системы (БРС) согласуется с полем напряжений земной коры, установленным на основе сейсмологических [4] и геолого-структурных данных [5]. В настоящей работе предпринята попытка изучения разломно-блокового строения и напряженно-деформированного состояния верхней части земной коры в более крупном по сравнению с предыдущими исследованиями масштабе.

Полигон для исследования был выбран в центральной части Байкальской рифтовой системы, на восточном побережье оз. Байкал. Исследуемая территория характеризуется контрастно проявленным в новейшей структуре блоковым строением [6, 7]. Здесь в пределах береговой мегаступени отмечено сочетание узких береговых горстов (шириной 2—2,5 км и протяженностью до 25 км) и тыловых грабенов [6]. Эти структуры, по-видимому, являются приразломными блоками, а озерные террасы в пределах береговых горстов говорят о молодости поднятий, которые формировались в том числе в позднем плейстоцене и голоцене [6].

Сведения о полях напряжений на данной территории, полученные на основе геолого-структурных методов [5, 8, 9], свидетельствуют о широком распространении обстановок сдвига и растяжения. При этом сдвиговое поле напряжений относят к раннеорогенному (до середины плиоцена), а поле растяжения — к позднеорогенному (поздний плиоцен, плейстоцен и голоцен) этапам развития территории [8, 9].

Нас интересовали поля напряжений, действовавшие в процессе формирования разломно-блоковой структуры, когда происходила активизация существовавших ранее разрывов и заложение новых дизъюнктивов. Этим обстоятельством был определен набор методических приемов, использованный в ходе исследования.

## МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Работы были проведены в два этапа: 1) составление карты разломно-блокового строения района исследований с использованием топографических и геологических карт; 2) изучение тектонической трещиноватости в пределах обнажений горных пород и восстановление ориентировки осей напряжений по геолого-структурным данным.

**Картирование разломно-блокового строения.** Блок, в нашем понимании, — относительно монолитный объем горных пород, ограниченный разломами определенного иерархического уровня [1—3]. Активный блок относительно соседних блоков перемещается по зонам разломов как единое целое. Деформации верхней части земной коры отражены в рельефе, поэтому при картировании разломно-блокового строения за основу была принята методика морфоструктурного районирования [10].

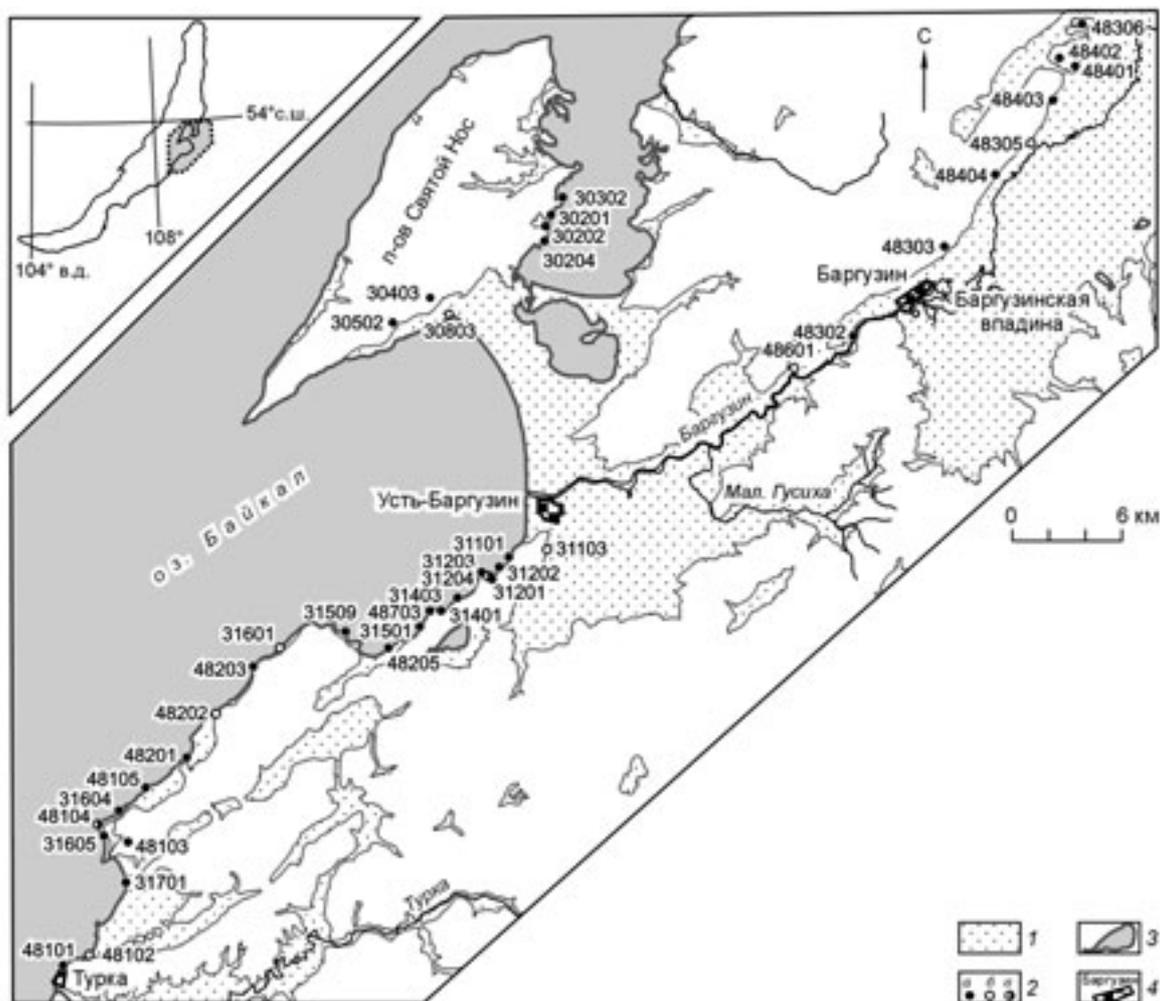
Вначале на топографических картах масштаба 1:200 000 были отмечены линейные элементы рельефа — линеаменты. На площади наблюдаются как продольные по отношению к хребтам линеаменты, так и поперечные. Они проводились по уступам склонов хребтов, а иногда по спрямленным участкам речных долин, местам смещения русел рек. Продольные линеаменты, как правило, следуют вдоль крупных элементов рельефа и отделяют горные хребты от впадин, т. е. разграничивают блоки, характеризующиеся устойчивым поднятием и относительным опусканием. Поперечные линеаменты чаще всего выражены прорывающими хребет долинами. Кроме того, иногда выделяются линеаменты внутри горных хребтов и впадин, которые отражают ступенчатое строение этих морфоструктур. Такие линеаменты считались границами более низкого ранга. Далее на основе количественных показателей для горных хребтов проверялась активность каждого конкретного линеамента. Согласно методике [10], при морфоструктурном районировании использовались такие количественные показатели, как максимальная и средняя высота осевой части хребта и простирание его оси. Резкие, скачкообразные изменения высоты хребта (на 0,1 средней высоты хребта), сохраняющиеся на значительной его части по обе стороны от места скачка, и значительные (более 20°) отклонения простирания хребта считались обусловленными активными тектоническими движениями по разломам. Это позволило разграничить территорию на области с однородной структурой рельефа. В класс предполагаемых отнесены границы блоков, удовлетворяющие количественным условиям, но не имеющие однозначной ориентировки на местности — отсутствие линеамента.

Для уточнения разломно-блокового строения, установленного геоморфологическими методами, было проведено сопоставление результатов морфоструктурного районирования с государственными геологическими картами масштаба 1:200 000. Это позволило уточнить положение некоторых из установленных при морфоструктурном районировании разломных границ блоков и выявить внутриблоковые разломы, не проявляющиеся в рельефе и, по-видимому, не активные или слабоактивные на неотектоническом этапе развития территории.

**Геолого-структурные наблюдения и методика изучения напряженного состояния.** Геолого-структурные наблюдения были проведены для картирования разломов и сбора материала по тектонической трещиноватости, необходимого для восстановления ориентировки осей главных нормальных напряжений. В коренных выходах горных пород фиксировались зоны дробления, скалывания и милонитизации. Замерялась их ориентировка в пространстве, мощность, а по возможности и направление подвижки. Таким образом, в пределах зон региональных разломов были произведены наблюдения на 70 обнажениях горных пород, в 40 из которых изучение специфических структурных форм (сместители разломов, зоны дробления, системы трещин, мелкие складки, будины) сопровождалось массовым замером элементов залегания трещин (100 трещин на каждом обнажении). В пределах изученной площади неминерализованная трещиноватость была изучена как в метаморфических и магматических породах докембрия и палеозоя, так и в осадках, имеющих верхнеплейстоценовый и голоценовый возраст (рис. 1).

Существуют различные методики изучения полей напряжений [5]. Нами при восстановлении ориентировки осей главных нормальных напряжений были применены методы, разработанные П.Н. Николаевым [11] и М.В. Гзовским [12]. Эти методы направлены на выявление систем трещин, сформированных в однородном поле напряжений. Тектоническая трещиноватость, необходимая для восстановления ориентировки осей главных нормальных напряжений, широко распространена в горных породах района исследований. Она фиксируется в каждом обнажении горных пород, что позволило создать необходимую сеть наблюдений и собрать представительный фактический материал для дальнейшей обработки.

Обработка массовых замеров производилась на компьютере в программе „Структура“, любезно предоставленной автору статьи коллегами по лаборатории тектонофизики К.Ж. Семинским и А.С. Гладковым. Она содержит широко известный набор приемов графического отображения трещин на сферограмме, выявления их систем и восстановления ориентировок осей главных нормальных напряжений по методикам М.В. Гзовского и В.Д. Парфенова. Строились сферическая и прямоугольная диаграммы трещиноватости для каждого обнажения горных пород. По методике [11], на основе анализа разбросов в системах трещин, выявлялись сопряженные системы сколов, для которых, согласно методу



**Рис. 1. Схема расположения в пределах района исследования точек наблюдения.**

1 — осадочные образования плейстоценового и голоценового возраста; 2 — точки наблюдения (и их номера), в которых произведен массовый замер трещиноватости: *а* — в коренных метаморфических и магматических породах докембрия и палеозоя, *б* — в кайнозойских осадках, *в* — в породах как докембрия и палеозоя, так и кайнозоя; 3 — озера; 4 — населенные пункты.

[12], восстанавливались ориентировки осей главных нормальных напряжений. Далее в работе принято, что:  $\sigma_1$  — ось растяжения,  $\sigma_3$  — ось сжатия, а  $\sigma_2$  — промежуточная.

### ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате первого этапа исследования для участка пос. Турка (побережье оз. Байкал) на ЮЗ — с. Улюкчикан (Баргузинская впадина) на СВ была построена карта разломно-блокового строения верхней части земной коры (рис. 2). На карте выделены тектонические границы трех рангов, соответствующие по своим параметрам региональным и локальным разломам [13, 14]. Разделение локальных разломов на два уровня было произведено в процессе картирования разломно-блокового строения, о чем говорилось выше. На выделении же зон региональных разломов остановимся подробнее. Известно, что разломы — объемные тела [13—16 и др.], характеризующиеся неравномерностью разрушения геологической среды как вкрест, так и вдоль их простирания. Взаимодействие соседних блоков происходит в некотором объеме геологической среды и лишь на участках, где сформирован единый магистральный сместитель, можно наблюдать ситуацию, при которой основные перемещения сосредоточены в узкой линейной зоне. В связи с этим был произведен анализ размеров блоков в пределах района исследований.

Одной из закономерностей блокового строения земной коры является наличие преобладающих размеров неоднородностей [17, 18]. Так, для региональных блоков БРС характерно наличие средних поперечных размеров блоков  $L = \sqrt{S}$ , где  $S$  — площадь блока, с наиболее встречаемыми размерами: 40, 60,

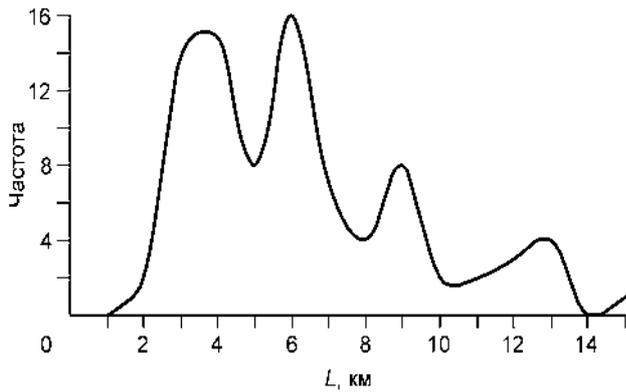


**Рис. 2. Карта разломно-блокового строения верхней части земной коры восточного побережья оз. Байкал.**

*I* — зоны региональных разломов и их номера: *I* — Турка—Усть-Баргузинский разлом, *II* — южная кулиса Баргузинского разлома, *III* — разлом п-ова Святой Нос; *2* — активные границы локальных блоков 1-го уровня (*a* — хорошо выраженные в рельефе, *b* — слабо выраженные в рельефе, *v* — зафиксированные при геолого-структурных исследованиях); *3* — активные границы локальных блоков 2-го уровня (*a* — хорошо выраженные в рельефе, *b* — слабо выраженные в рельефе, *v* — зафиксированные при геолого-структурных исследованиях); *4* — внутриблоковые разрывные нарушения (*a* — установленные; *b* — предполагаемые); *5* — кайнозойские отложения.

90 км (среднее — 76 км) [2]. Для локальных блоков восточного побережья оз. Байкал также были рассчитаны и проанализированы их размеры (рис. 3). Распределение блоков с размерами меньше 5 и 8 км позволило оконтурить зоны трех региональных разломов района исследований. Таким образом, были выделены зоны (см. рис. 2): *I*) Турка—Усть-Баргузинский разлом, *II*) южная кулиса Баргузинского разлома (Улонский разлом, по [19]), *III*) разлом, проходящий по юго-восточному склону поднятия п-ова Святой Нос. По размерам блоковых структур, образующих разломные зоны, можно оценить ширину области взаимодействия между региональными блоками, которая составляет около 3,5—4 км, а местами (особенно в узлах сочленения крупных дизъюнктивов) увеличивается до 5—6 км. При этом, например, ширина зоны Баргузинского разлома, зафиксированная при геологической съемке, составляет 300—500 м, что соответствует только непосредственной мощности зоны основного сместителя. Реальная же ширина подвижной области данного дизъюнктива значительно больше.

Второй этап исследования заключался в сборе фактического материала на обнажениях горных пород в пределах выделенных зон региональных разломов с последующей обработкой замеров тектонической трещиноватости и восстановлением ориентировок осей главных нормальных напряжений. Для района



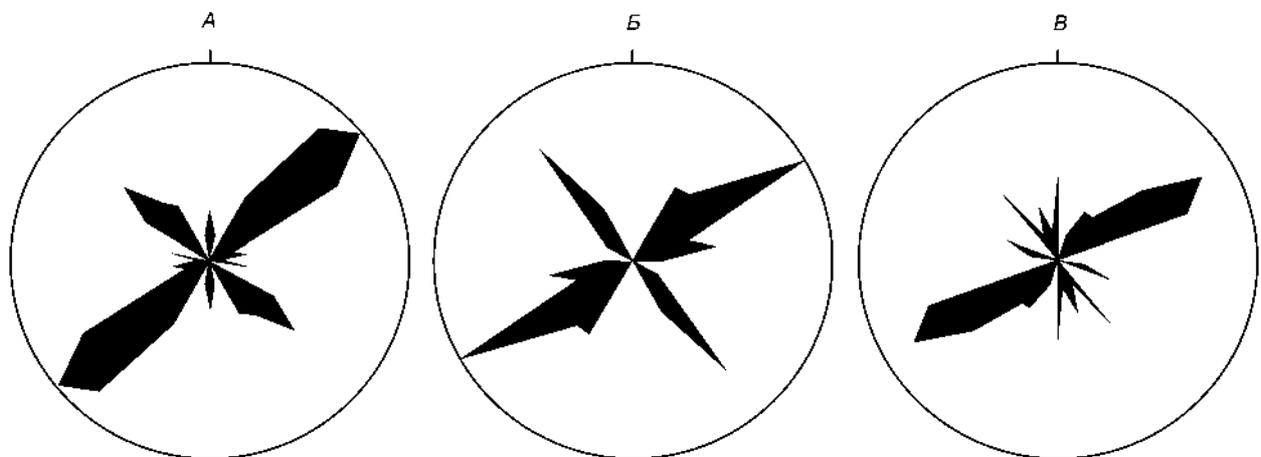
**Рис. 3.** Сглаженная гистограмма размеров локальных блоков первого уровня (пояснения — в тексте).

исследований, как и для БРС в целом, характерно широкое распространение разломов СВ и СЗ простирания при подчиненном значении субмеридиональных и субширотных разрывов (рис. 4,А). Рассмотрение простираний разрывов в пределах конкретных зон региональных разломов позволяет отметить их некоторые отличительные особенности. Так, в зоне Турка—Усть-Баргузинский разлом (см. рис. 4,Б) наблюдается наличие разрывов, тяготеющих

к широтному направлению (ВСВ простирание), а разломы СЗ простирания представлены единым максимумом. В зоне же Баргузинского разлома фиксируется следующая картина (см. рис. 4,В). Разломы СВ простирания создают на розе-диаграмме единый пик, а дизъюнктивы СЗ ориентировки имеют несколько пиков ЗСЗ, СЗ и ССЗ. Кроме того, выделяются разрывы меридионального направления. Для зоны разлома п-ова Святой Нос построение розы-диаграммы не требовалось, так как этот дизъюнктив практически на всем протяжении представлен единым магистральным сместителем, и лишь в его СВ части наблюдается блоковое строение, которое создают локальные разрывы СВ и СЗ простираний. Несмотря на некоторые отличия, как для района исследований, так и для зон региональных разломов преобладающими направлениями локальных разрывов являются СВ и СЗ, образующие блоковое строение, характерное для БРС [1—3].

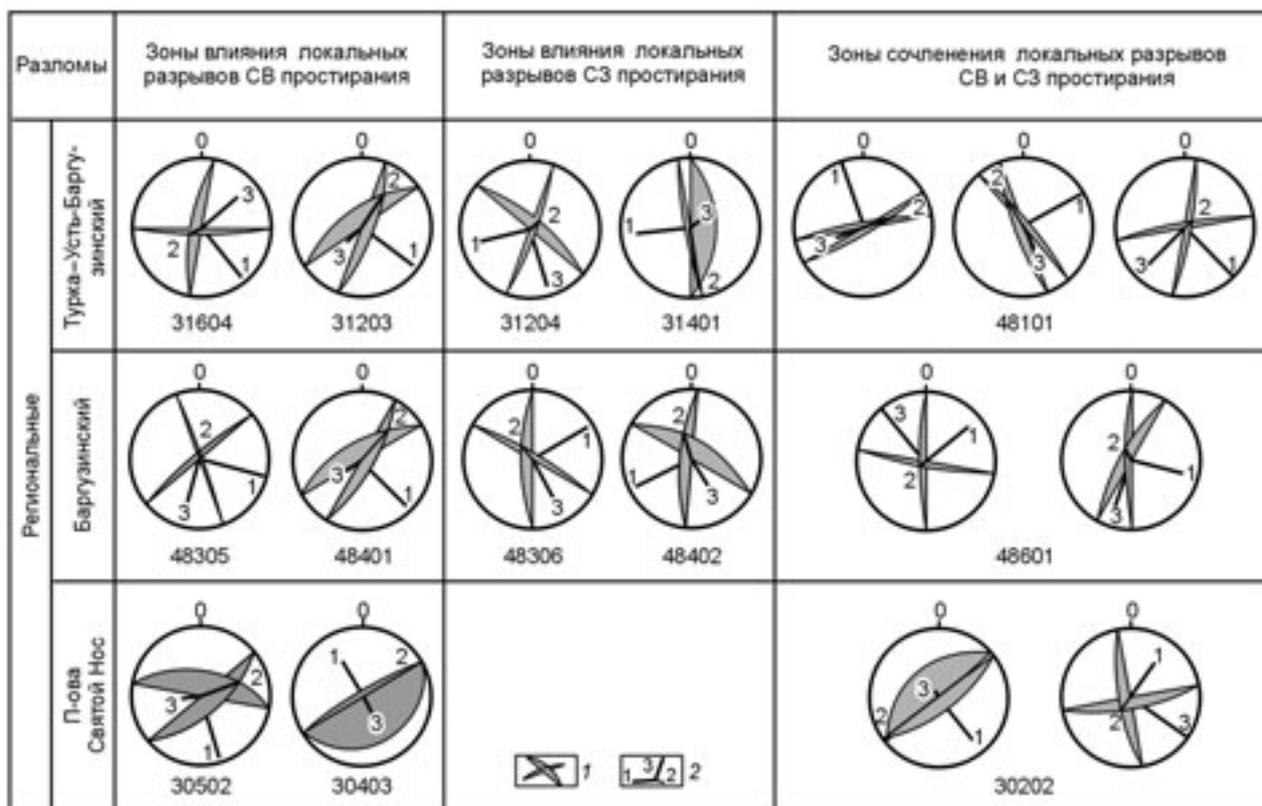
При описании напряженно-деформированного состояния в зонах региональных разломов будем придерживаться следующей систематизации. Во-первых, напряжения рассмотрим для каждого регионального разлома как для обособленного объекта. Во-вторых, результаты восстановления напряжений рассмотрим в зависимости от ориентировки локальных разрывов, вблизи которых произведены наблюдения (рис. 5).

Для Турка—Усть-Баргузинской разломной зоны были восстановлены поля напряжений для 23 точек наблюдения, из которых 6 — в озерных отложениях плейстоценового и голоценового возраста. Полученные решения свидетельствуют о широком развитии сдвиговых деформаций в этой зоне, а условия растяжения проявлены в меньшей степени. Из 29 решений об ориентировке осей главных нормальных напряжений только 7 соответствуют обстановкам растяжения и растяжения со сдвигом, а остальные имеют сдвиговый характер. Сдвиговое напряженное состояние преобладает и в плейстоцен-голоценовых осадках. По данным GPS-геодезии [20], в районе пос. Турка в современное время направление перемещения блоков земной коры происходит в В—СВ направлении, а не вкост рифтовым структурам. Это косвенно свидетельствует о сдвиговых смещениях по основным разломам этого участка.



**Рис. 4.** Розы-диаграммы простирания активных границ локальных блоков 1-го уровня.

А — в пределах всего района исследований; Б — в зоне Турка—Усть-Баргузинского разлома; В — в пределах южной кулисы Баргузинского разлома.



**Рис. 5. Ориентировка векторов главных нормальных напряжений в зонах региональных разломов.**

Диаграммы представлены в проекции верхней полусферы: 1 — сопряженные сколы; 2 — оси главных нормальных напряжений: 1 — растяжения, 2 — промежуточная, 3 — сжатия.

Систематизация напряженных состояний в зависимости от простираний локальных разрывов показала, что для разрывов СВ простирания наиболее характерными являются обстановки сдвига и растяжения со сдвигом с СЗ ориентировкой оси растяжения и СВ — оси сжатия (см. рис. 5). В зонах влияния СЗ разрывов преобладает противоположная картина, когда оси растяжения ориентированы в СВ и субширотном направлениях, а оси сжатия — в СЗ и субмеридиональном. Интересным обстоятельством явилось то, что для узлов сочленения разрывов характерно наличие нескольких решений об ориентации осей главных напряжений (см. рис. 5). В разломных узлах фиксируются обстановки растяжения, растяжения со сдвигом и сдвига. При этом намечается тенденция некоторого преобладания сдвигового напряженного состояния к СВ от пос. Турка.

Для южной кулисы Баргузинского разлома на 9 точках наблюдения восстановлено 10 решений о параметрах тензора напряжений, 3 решения из которых — в кайнозойских осадках. Из 10 решений 8 соответствуют сдвиговому напряженному состоянию, 1 — растяжению и 1 — растяжению со сдвигом. Сдвиговое напряженное состояние характерно для зоны основного сместителя южной кулисы Баргузинского разлома, которая имеет СВ простирание. Оси растяжения здесь имеют СЗ и субмеридиональное направление, а оси сжатия — СВ и субширотное (см. рис. 5). В зонах локальных разломов СЗ простирания фиксируются состояния сдвига и растяжения со сдвигом с ориентировками осей растяжения СВ и субширотного направления. В пределах одной точки наблюдения по трещиноватости получены два решения, существенно отличающиеся ориентировкой осей главных напряжений.

В пределах зоны разлома, проходящего по юго-восточному склону поднятия п-ова Святой Нос, данные о параметрах тензора напряжений восстановлены в 7 точках наблюдения. Получены 10 решений, одно из которых в плейстоценовых озерных отложениях. В зоне основного сместителя этого дизъюнктива фиксируется обстановка растяжения, иногда с небольшой сдвиговой компонентой. Преобладают решения с СЗ и субмеридиональной ориентировкой  $\sigma_1$ , и лишь для трещин в плейстоценовых отложениях восстановлено напряженное состояние растяжения, сочетающееся со сдвигом с субширотной ориентировкой оси растяжения. В восточной части п-ова Святой Нос, где наблюдается блоковое строение зоны регио-

нального разлома, фиксируются состояния сдвига и растяжения со сдвигом. Преобладание СВ ориентировки осей растяжения в сдвиговом напряженном состоянии свидетельствует о значительном влиянии разломов СЗ простирания в этой части зоны регионального разлома.

Таким образом, проведено картирование разломно-блокового строения региона, выделение зон региональных дизъюнктивов и изучение напряженного состояния в этих зонах. Проведенное исследование свидетельствует о несомненной связи напряженного состояния и простирания локальных разрывов, образующих блоковое строение.

### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

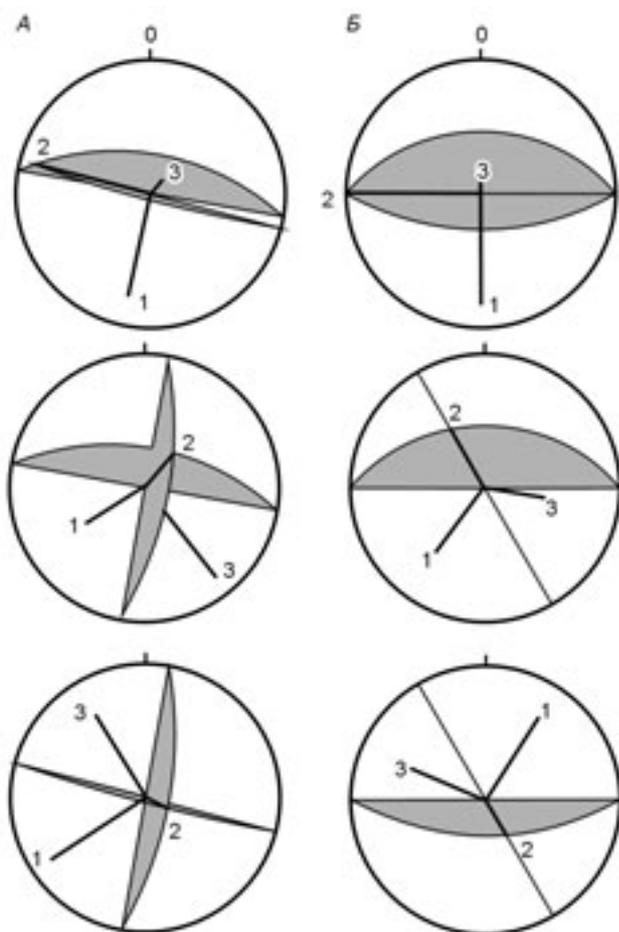
Построенная карта учитывает основные особенности разломно-блокового строения верхней части земной коры. Во-первых, благодаря методике морфоструктурного районирования, на ней можно наблюдать разноранговые блоковые структуры, отличающиеся направленностью и интенсивностью относительного перемещения. Во-вторых, на карте нашли отражение внутриблоковые разломы, не проявленные в рельефе и, по-видимому, не активные или слабоактивные на неотектоническом этапе развития территории. В-третьих, выделены зоны региональных разломов, имеющие разломно-блоковое строение. Блоковое строение всей территории и региональных дизъюнктивов образовано в основном пересечением разломов СВ и СЗ ориентировки. Распределение локальных блоков по размерам имеет полимодальный характер, что еще раз подтверждает фундаментальное свойство геофизической среды, установленное академиком М.А. Садовским [17, 18].

Благодаря наблюдениям в зонах разломов собран необходимый материал и изучены напряженные состояния, действовавшие при формировании разломно-блоковой структуры региона. Растяжение характерно для разлома на п-ове Святой Нос, а для двух других разломов наблюдается преобладание обстановок сдвига. Как говорилось выше, состояния сдвига характерны для двух региональных разломов территории и в плейстоцен-голоценовое время, что было несколько неожиданным, так как известно, что для центральной части БРС для этого периода характерно растяжение [8, 9].

Является ли сдвиговое напряженное состояние наиболее характерным для кайнозойских осадков или наблюдения в этих породах отражают лишь локальные особенности напряженно-деформированного

состояния верхней части земной коры региона? Для ответа на первую часть этого вопроса приведем результаты восстановления параметров тензора напряжений для точки наблюдения 48104, где в непосредственной близости (5 м) наблюдались как кайнозойские осадки, так и высокометаморфизованные докембрийские породы. Отмечается подобное соотношение осей главных напряжений, восстановленных по трещиноватости в высокометаморфизованных горных породах и слабо связанных осадках (рис. 6). Фиксируется некоторый (10—20°) поворот осей главных нормальных напряжений, что может быть вызвано множеством причин, таких как изменение тензора напряжений во времени, локальные вариации напряжений в пределах обнажений, вызванные влиянием неоднородности горных пород или различием их физико-механических свойств, а также особенностями деформирования разломно-блоковой среды [21]. Если же анализировать всю нашу выборку по ориентации осей главных напряжений в породах четвертичного возраста, можно отметить, что они не выделяются из общего массива данных, хотя и развернуты на некоторые углы.

В целом же в зонах разрывов СВ простирания оси растяжения ориентированы на СЗ, а вблизи ортогональных к ним СЗ разрывов эти оси имеют



**Рис. 6.** Сопоставление диаграмм ориентировок осей напряжений в четвертичных отложениях (А) и метаморфических породах докембрия (Б).

СВ направление (см. рис. 5). Отклонение осей главных напряжений к меридиональному и широтному наблюдается соответственно в зонах субширотных и субмеридиональных разрывов. Напряженные состояния растяжения и растяжения со сдвигом, отмеченные для некоторых разрывов СЗ простираения, когда ось растяжения ориентирована ортогонально к оси растяжения регионального масштаба, не является неожиданным. Известно, что поперечные сбросы являются равноправным членом обобщенного парагенезиса разрывов при реализации растяжения земной коры [22]. Вблизи узлов сочленения разрывов наблюдается наличие двух и более данных о напряженном состоянии. Ранее для Намаракинской впадины (северо-восток БРС) была установлена такая же закономерность, обусловленная наличием разломного узла [23]. Наши исследования подтверждают эту особенность напряженно-деформированного состояния разломно-блоковой среды.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучена разломно-блоковая делимость верхней части земной коры. Произведен анализ преобладающих размеров неотектонических блоков, ограниченных активными разломами. Это позволило выделить зоны региональных разломов, которые в процессе своего развития имеют неоднородное (блоковое) строение и лишь при образовании единого магистрального сместителя деформация локализуется вблизи него. Карты разломно-блокового строения, учитывающие эту особенность, более достоверно отображают характер деструктивного процесса [24, 25].

В зонах региональных разломов изучено напряженное состояние верхней части земной коры. Формирование Турка—Усть-Баргузинского регионального разлома и южной кулисы Баргузинского разлома происходило в обстановке сдвига с растяжением, а магистральный сместитель разлома юго-восточного борта горста п-ова Святой Нос является типичным сбросом, образованным в поле растяжения. Установлено разнообразие напряжений в пределах разломных узлов, что, по-видимому, связано с особенностями структуры и сложной иерархией полей напряжений в их пределах. Отмечается унаследованность напряженно-деформированного состояния на протяжении всего неотектонического этапа развития региона. Однако намеченная унаследованность поля напряжений в плейстоцене и голоцене, как и сопоставление полученных результатов с современным напряженно-деформированным состоянием, требуют постановки дальнейших исследований.

Автор благодарен доктору геол.-мин. наук, профессору С.И. Шерману за постановку проблемы и поддержку исследований, кандидатам геол.-мин. наук О.В. Луниной и А.С. Гладкову за помощь при проведении полевых работ и практические советы при обработке фактического материала. Автор признателен доктору геол.-мин. наук К.Ж. Семинскому за детальное знакомство с материалами статьи и обсуждение результатов, а также рецензентам В.Г. Трифонову, Ю.Л. Ребецкому и Л.М. Расцветаеву за ценные замечания и предложения, позволившие значительно улучшить статью.

Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ, грант 03-05-65276.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. **Шерман С.И., Черемных А.В., Адамович А.Н.** Разломно-блоковая делимость литосферы: закономерности структурной организации и тектонической активности // Геодинамика и эволюция Земли (Материалы к научной конференции РФФИ). Новосибирск, 1996, с. 74—77.
2. **Черемных А.В.** Тектонофизический анализ разломно-блоковой делимости литосферы юга Восточной Сибири: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Новосибирск, ОИГГМ СО РАН, 1998, 19 с.
3. **Шерман С.И., Семинский К.Ж., Черемных А.В.** Деструктивные зоны и разломно-блоковые структуры Центральной Азии // Тихоокеанская геология, 1999, т. 18, № 2, с. 41—53.
4. **Мишарина Л.А., Солоненко Н.В.** Механизм очагов и поле тектонических напряжений // Сейсмическое районирование Восточной Сибири и его геолого-геофизические основы. Новосибирск, 1977, с. 71—78.
5. **Шерман С.И., Днепровский Ю.И.** Поля напряжений земной коры и геолого-структурные методы их изучения. Новосибирск, Наука, 1989, 158 с.
6. **Уфимцев Г.Ф., Сквитина Т.М.** Новейшая структура восточного побережья Среднего Байкала // Отечественная геология, 2001, № 2, с. 26—29.
7. **Николаев В.В., Семенов Р.М.** Сейсмотектоника Байкальской рифтовой зоны и ее горного окружения // Геология и геофизика, 2004, т. 45, № 5, с. 639—646.
8. **San'kov V.A., Miroshnichenko A.I., Levi K.G. et al.** Cenozoic stress field evolution in the Baikal Rift Zone // Bull. Centre Rech. Elf Explor. Prod., 1997, v. 21, № 2, p. 435—455.
9. **Парфеев А.В., Саньков В.А., Мирошниченко А.И. и др.** Эволюция напряженного состояния земной коры Монголо-Байкальского подвижного пояса // Тихоокеанская геология, 2002, т. 21, № 1, с. 14—28.

10. **Ранцман Е.Я.** Места землетрясений и морфоструктура горных стран. М., Наука, 1979, 171 с.
11. **Николаев П.Н.** Методика тектонодинамического анализа. М., Недра, 1992, 295 с.
12. **Гзовский М.В.** Основы тектонофизики. М., Наука, 1975, 536 с.
13. **Шерман С.И.** Физические закономерности развития разломов земной коры. Новосибирск, Наука, 1977, 102 с.
14. **Шерман С.И., Семинский К.Ж., Борняков С.А. и др.** Разломообразование в литосфере. Зоны растяжения. Новосибирск, Наука, 1992, 228 с.
15. **Пейве А.В.** Общая характеристика, классификация и пространственное расположение глубинных разломов. Главнейшие типы глубинных разломов // Изв. АН СССР, Сер. геол., 1956, № 1, с. 90—105.
16. **Лобацкая Р.М.** Структурная зональность разломов. М., Недра, 1987, 128 с.
17. **Садовский М.А.** О естественной кусковатости горных пород // Докл. АН СССР, 1979, т. 247, № 4, с. 829—831.
18. **Садовский М.А., Болховитинов Л.Г., Писаренко В.Ф.** Деформирование геофизической среды и сейсмический процесс. М., Наука, 1987, 100 с.
19. **Соотношение** древней и кайнозойской структур в Байкальской рифтовой зоне / С.М. Замараев, Е.П. Васильев, А.М. Мазукабзов и др. Новосибирск, Наука, 1979, 126 с.
20. **Саньков В.А., Леви К.Г., Кале Э. и др.** Современные и голоценовые горизонтальные движения на Байкальском геодинамическом полигоне // Геология и геофизика, 1999, т. 40, № 3, с. 422—430.
21. **Кочарян Г.Т., Спивак А.А.** Динамика деформирования блочных массивов горных пород. М., ИКЦ „Академкнига“, 2003, 423 с.
22. **Семинский К.Ж.** Внутренняя структура континентальных разломных зон. Тектонофизический аспект. Новосибирск, Изд-во СО РАН, Филиал „Гео“, 2003, 244 с.
23. **Шерман С.И., Леви К.Г., Ружич В.В. и др.** Геология и сейсмичность зоны БАМ. Неотектоника. Новосибирск, Наука, 1984, 208 с.
24. **Шерман С.И., Нгуен Тронг Ием, Семинский К.Ж.** Новая карта разломно-блоковой тектоники территории Вьетнама // Докл. РАН, 2000, т. 371, № 5, с. 671—674.
25. **Семинский К.Ж.** Тектонофизические закономерности деструкций литосферы на примере Гималайской зоны сжатия // Тихоокеанская геология, 2001, т. 20, № 6, с. 17—30.

*Рекомендована к печати 22 апреля 2005 г.  
Н.А. Берзиным*

*Поступила в редакцию  
8 июня 2004 г.*