

11. Недра Байкала (по сейсмическим данным). Новосибирск: Наука, 1981. 105 с.
12. Семакин В.П., Кочергин А.В. Глубинные факторы формирования континентального горообразования // Тектоника и металлогения Северной Циркум-Пацифики и Восточной Азии: Материалы Всеросс. конф. с междунаро. участием. Хабаровск: ИТиГ ДВО РАН, 2007. С. 314-318.
13. Суворов В.Д., Мишенькина З.Р. Структура осадочных отложений и фундамента под Южной котловиной озера Байкал по данным КМПВ // Геология и геофизика. 2005. Т. 46. № 11. С. 1159-1167.
14. Цеховский Ю.Г., Леонов М.Г. Осадочные формации и основные этапы развития территории Западного Забайкалья и Юго-Восточного Прибайкалья в позднем мелу и кайнозое // Литология и полезные ископаемые. 2007. № 4. С. 390-405.

ОТРАЖЕНИЕ ВНУТРЕННЕЙ СТРУКТУРЫ РАЗЛОМНЫХ ЗОН ПРИБАЙКАЛЬЯ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЯХ

Семинский К.Ж.¹, Черемных А.В.¹, Бобров А.А.¹, Кожевников Н.О.²

¹Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск, seminsky@crust.irk.ru, cherem@crust.irk.ru, alexbob@crust.irk.ru

²Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, г. Новосибирск, KozhevnikovNO@ipgg.nsc.ru

Для условий Западного Прибайкалья отработан комплекс структурно-геологических, геоморфологических и геофизических методов, оптимальных для исследования внутренней структуры разломных зон, которые по современным представлениям тектонофизики, кроме узкой полосы тектонитов главного сместителя, включают широкие подзоны распространения разрывов 2-го порядка и генетически связанной с ними тектонической трещиноватости. Исследования проведены для нескольких разломов, располагающихся в пределах приольхонского и приангарского полигонов, и включали тектоно- и геофизические работы, позволившие установить наиболее общие особенности структурного развития, а также эманационного, электрического и магнитного полей в зонах эталонных разломов разной степени тектонической активности и морфогенетического типа.

Структурная съемка проводилась в рамках методики спецкартирования [2] с применением методов полевой тектонофизики (реконструкция полей напряжений, векторов перемещения по разломам и т.д.). Исследованы 6 сбросовых и 10 сдвиговых разломных зон, представляющих генеральные (Приморский, Окинский разломы), региональные (Кучелгинский, Улурбинский разломы) и, главным образом, локальные ранги дизъюнктивов. Сформирован обширный банк структурных данных, основу которого составляет документация 135 точек наблюдения, которая в 95 случаях сопровождалась массовым замером элементов залегания трещин, представляющим «структурный портрет» коренного выхода. По этим материалам построены диаграммы трещиноватости, реконструированы поля напряжений, выявлены трещинные парагенезисы, построены графики и карты плотности разломов и трещин (рис.).

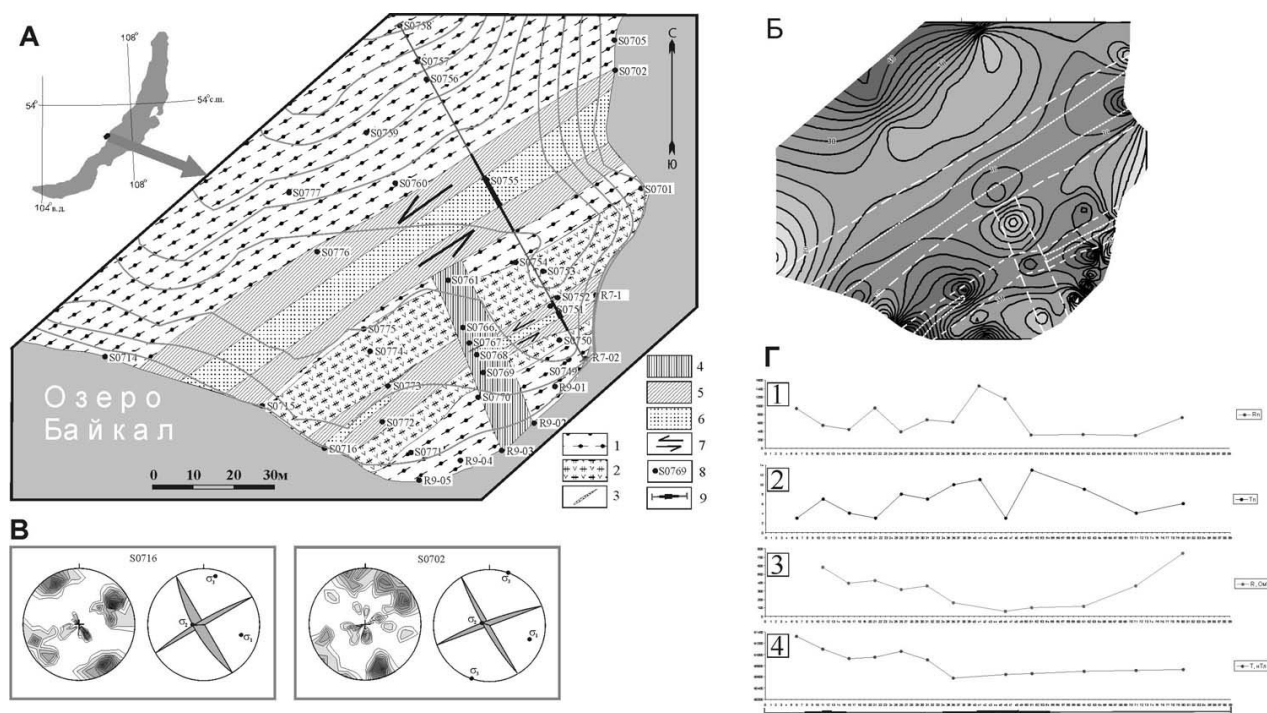
Результаты исследований позволяют констатировать наличие у разломных сместителей в Приольхонье и Приангарье широкой зоны парагенетически связанных разрывов и трещин. Размеры зоны у генеральных, региональных и локальных разломов достигают, соответственно, сотен, первых 10-ов и первых метров, что определяется по характеру разрывных сетей, а также – в различных показателях плотности трещин (объемной, площадной и линейной). В скальных породах Приольхонья строение зон характеризуется наличием подзоны тектонитов магистрального сместителя, подзоны развития разрывов 2-го порядка и подзоны трещиноватости, генетически связанной с подвижками по сместителю, причем первая по ширине несоизмеримо мала в сравнении с двумя другими. Для приангарского полигона на базе структурно-геологических исследований эталонных разломов (проведенных в т.ч. и в небольших канавах) установлена зональность их проявления в позднекайнозойских осадках. Перемещения по локализуемому в скальных породах сместителю выражены в перекрывающих его наиболее молодых слабосцементированных отложениях в виде закономерно организованных зон: от их периферии к осевой части происходит смена участков развития системных трещин отрыва, затем отрывов и сколов и, наконец, разрывов со смещениями, достигающими десятков сантиметров. Характер проявления деформаций в последнем случае свидетельствуют о большой вероятности их возникновения в результате землетрясения.

Анализ реконструированных полей напряжений указывает на то, что внутренняя структура изученных разломных зон Приангарья и Приольхонья формировалась при сдвиге, сжатии и растяжении, причем в двух последних случаях ориентировка субгоризонтальных осей, соответственно, σ_3 или σ_1 была аналогичной: СЗ-ЮВ. Сжатие, по-видимому, относится к палеозойскому времени, а две другие динамические обстановки отражают эпоху кайнозойского рифтообразования. Отдельные этапы тектонических подвижек вносили различный вклад в формирование внутренней структуры эталонных зон, но, как правило, один из них доминировал, что позволяет каждый из дизъюнктивов считать в первом приближении сдвигом или сбросом. Таким образом, проведение тектонофизических исследований позволило выбрать эталонные сдвиговые и сбросовые зоны разного масштабного ранга, установить специфику их внутреннего строения и развития, т.е. создать структурную основу для проведения геофизических исследований (эманационная съемка, электро- и магниторазведка).

Геофизические работы были проведены на участках в следующих объемах: радоновая съемка – 47 профилей; магнитометрия – 41 профиль, электроразведка методом симметричного профилирования (СП) – 30 профилей, методом естественного поля (ЕП) – 6 профилей.

Электроразведка методом ЕП позволила установить, что в пространственном распределении потенциала естественного электрического поля можно выделить аномалии-минимумы регионального (амплитуда – 200-400 мВ; ширина – 1-2.5 км) и локального (амплитуда – до 800 мВ) рангов, причем последние в большинстве случаев маркируют известные разломы. Электроразведка методом СП отражает существование каждой из изученных разломных зон, но по-разному, что зависит от ранга дизъюнктива, стадии его развития, истории подвижек контактирующих блоков, условий обводненности и других факторов. Вместе с тем наличие разломной зоны, а также положение главного сместителя и отдельных разрывов 2-го порядка в ее пределах в подавляющем большинстве случаев отражается минимумами электрического сопротивления (рис.). Характерной особенностью результатов СП является отсутствие значимых различий в величинах (но не в пространственных размерах) аномалий, соответствующих участкам разломных зон, структура которых сформировалась в разных динамических обстановках (древнее сжатие, раннекайнозойский сдвиг и современное растяжение).

Магниторазведка дает в качественном отношении примерно аналогичные результаты, но отчетливо выделяет особенности строения разломных зон в случае контрастных магнитных свойств у отдельных слоев метаморфической толщи. В таких ситуациях разлом отмечается скачкообразным изменением величин магнитной индукции (рис.). У большинства изученных разломов данный параметр отличается более плавными вариациями в сравнении с количественными характеристиками других геофизических полей.



Внутренняя структура разломных зон мыса Улирба (Зап. Прибайкалье; приольхонский полигон) по данным полевой тектоно- и геофизики.

А. Геолого-структурная карта участка: 1-3 – горные породы: 1 – биотитовые гнейсы, 2 – амфиболовые гнейсы и амфиболиты, 3 – кварцевые жилы; 4-6 – структура разломных зон: 4 – подзона трещиноватости, связанной с подвижками по разлому, 5 – подзона основного сместителя и разрывов второго порядка, 6 – зона повышенной трещиноватости; 7 – направление смещения крыльев разлома; 8 – точки геолого-структурных наблюдений и их номера; 9 – профиль геофизических исследований с отмеченными на нем подзонами разломной зоны. Б. Схема пространственного распределения плотности трещиноватости горных пород участка (количество трещин на m^2). В. Пример диаграмм трещиноватости и восстановленного по ним сдвигового поля напряжений, в котором происходило наиболее интенсивное формирование структуры разломной зоны. Г. Графики: 1 – объемной активности радона, 2 – количества распадов торона, 3 – электрического сопротивления горных пород, 4 – магнитной индукции

Эманационная радоновая съемка позволила выявить особенности проницаемости субстрата эталонных разломных зон. Изучены зависимости измеряемых эманометрами параметров от метеоусловий (атмосферное давление, температура и влажность воздуха) и установлен временной интервал (10.00-20.00), когда влияние метеофакторов на величину объемной активности радона (Q_{Rn}) и торона наименее существенно [1]. Определено,

что максимальные значения параметра Q_{Rn} в разломах Приангарья, соответственно, варьируют примерно от 1200 Бк/м^3 до 20000 Бк/м^3 , а в Приольхонье – от 1400 Бк/м^3 до 60000 Бк/м^3 . Величины зависят от размеров дизъюнктивов, но при сравнении одноранговых структур большей активностью радона характеризуются разломные зоны приольхонского полигона, что определяется более интенсивной деструкцией субстрата в их пределах.

Аномалии объемной активности радона лучше других использованных в работе параметров геофизических полей выделяют те сегменты разломных зон, которые были активны в эпоху рифтогенеза (т.е. в полях сдвига или растяжения). Эти участки для приольхонских разломов, как правило, представляют подзону развития разрывов второго порядка, а также подзону главного сместителя, если его тектониты не являются слабо проницаемой глиной трения. У платформенных дизъюнктивов, перекрытых рыхлыми позднекайнозойскими отложениями, максимумы эманаций охватывают также две центральные подзоны, характерной особенностью которых является распространение трещин и сравнительно крупных разрывов скалывания. Границы зон отмечаются заметными повышениями параметра Q_{Rn} , а отдельные сместители – частными максимумами в пределах соответствующей зоне участка аномальных величин объемной активности радона.

Главный результат геофизических исследований на полигонах Западного Прибайкалья заключается в выборе и отработке комплекса полевых методов, а также определении специфики отражения в эманационном, электрическом и магнитном полях структурных особенностей (границ отдельных подзон и сместителей) эталонных зон сдвига и растяжения. Анализ созданного банка геофизических данных, а также результаты парных корреляций, рассчитанных по характеристикам трех изученных полей в одних и тех же точках наблюдения, показали отсутствие значимых взаимосвязей.

Детальное сопоставление тектоно- и геофизических параметров для каждого природного объекта в отдельности и синтез полученного материала показали, что внутренняя организация разноранговых разломных зон и её проявление в геофизических полях закономерны. В то же время отдельные геофизические поля выделяют разные черты строения сдвиговых и сбросовых зон, выявленных в ходе структурно-геологического анализа. Наиболее информативным геофизическим методом картирования структуры активных разломных зон Прибайкалья является эманационная съемка. Ее данные позволяют выделять отдельные сместители, границы зон и составляющих их подзон, свидетельствуя в целом о большей объемной активности радона у крупных сбросов по сравнению с разломами, относящимися к меньшему масштабному рангу и к другим морфогенетическим типам. Электроразведка методом СП и магниторазведка не всегда дают контрастные аномалии у активных сместителей, но часто выделяют вблизи них широкую зону, отвечающую древним тектонитам, которые образовались в докайнозойские эпохи, а затем служили концентратором новейших напряжений.

Таким образом, комплекс апробированных на территории Прибайкалья методов полевой геофизики может являться основой для экспрессного выделения разломных зон на местности, а также картирования их разновозрастной внутренней структуры. Перспективы исследований подобного типа связаны с созданием обобщенной геолого-геофизической модели разломной зоны (в широком тектонофизическом понимании), что имеет практическое значение для поисков месторождений углеводородов и других полезных ископаемых, контролируемых тектоническими нарушениями и локализуемых в пределах слабо обнаженных территорий.

Авторы благодарны канд. геол.-мин. наук А.С.Гладкову и инженеру Е.И.Козуту за помощь в проведении исследований, выполненных при финансовой поддержке СО РАН (ОНЗ-6.13) и РФФИ (№ 07-05-00061).

ЛИТЕРАТУРА

1. Бобров А.А. Об особенностях влияния метеоусловий на объемную активность радона в некоторых регионах юга Восточной Сибири // Строение литосферы и геодинамика: Материалы XXII Всероссийской молодежной конференции. Иркутск: ИЗК СО РАН, 2007. С. 215-216.
2. Семинский К.Ж. Картирование разломно-блоковой структуры земной коры на современном этапе развития тектонофизики // Геофизический журнал, 2005, Т.27, №1, С. 85-96.

ЛАТЕРАЛЬНАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ САЯНО-БАЙКАЛЬСКОГО СЕЙСМИЧЕСКОГО ПОЯСА

Семинский К.Ж.¹, Радзиминович Я.Б.¹, Кожевников Н.О.²

¹Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск, seminsky@crust.irk.ru, ian@crust.irk.ru

²Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, г. Новосибирск, KozhevnikovNO@ipgg.nsc.ru

Развитие Саяно-Байкальского сейсмического пояса определяется динамикой взаимодействия Сибирского и Забайкальского блоков литосферы с образованием Байкальской рифтовой зоны (БРЗ) и системы опе-