УДК 550.344

ИЗУЧЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ И ДРЕВНИХ ДЕФОРМАЦИЙ В ЗОНАХ РАЗЛОМОВ МОНГОЛИИ

¹Серебренников С.П., ²Батсайхан Ц.

*¹Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 128, e-mail:
serebr@crust.irk.ru*

*²Исследовательский центр астрономии и геофизики АН Монголии, г
Улаанбаатар*

Представлены результаты изучения тектонических нарушений на территории Монголии. Изучение разломов проводилось геологическими и геофизическими методами. Для исследований были выбраны структуры, которые задокументированы геологическими методами с различной степенью детализации. Рассмотрены основные изменения параметров геофизических полей при нарушениях естественной «сплошности» в осадочных и коренных породах. Полученные данные позволили выявить тектонические нарушения в широком разнообразии геоморфологических форм рельефа, расширить зону разломов, определенную геологическими методами, оценить их качественные и количественные характеристики.

Ключевые слова: геофизические методы, разломы, палеосейсмодислокации, блоковое строение

STUDY OF MODERN AND ANCIENT DEFORMATIONS IN THE FAULT ZONES OF MONGOLIA

¹Serebrennikov S.P., ²Batsaikhan Ts.

*¹Institute of the Earth's Crust SB RAS, Irkutsk, 128, Lermontova Str.,
serebr@crust.irk.ru*

²Research Centre of Astronomy and Geophysics MAS, Ulaanbaatar

Here are the results of study of tectonic dislocations in Mongolia. The faults have been studied by the geological and geophysical methods. The studies have been conducted into the structures geologically documented on different levels of detail. Consideration is being given to major alterations in geophysical field parameters when there is a break in continuity of sediments and solid rocks. The obtained data have allowed identifying tectonic dislocations among a wide range of relief forms, extending investigation of the geologically determined fault zone, and making qualitative and quantitative assessment of the dislocations.

Keywords: geophysical methods, faults, paleoseisodislocations, block structure.

При исследовании очаговых зон возможных сейсмических событий особое место отводится разрывным нарушениям. Проводится их картирование, уточняется пространственное размещение и морфология, оценивается тектоническая активность в недалеком прошлом и в настоящее время.

Исследуемый регион расположен в северной и центральной части территории Монголии. Высокая сейсмичность, наличие тектонических структур предопределило проведение геологических и геолого-геофизических исследований.

Результаты геофизических исследований зон разрывных нарушений в указанном направлении представляются на материалах изучения морфоструктурных особенностей сейсмогенных разломов Монголии (Могод, Гуджин). Указанные тектонические нарушения изучены с различной степенью детальности, они имеют различные структурные особенности, морфологию и расположены в различных геологических и геоморфологических ситуациях. Их объединяет лишь сейсмогенное происхождение – от установленного до предположительного. Нарушения естественной «сплошности» среды как осадочных, так и коренных пород, какими являются разломные зоны, приводит к изменению параметров геофизических полей. Меняются их электрические и

упругие свойства, поэтому степень их изменений может оцениваться с помощью геофизических методов.

Исследования электрических и упругих параметров грунтов на участках разломов, задокументированных геологическими и геоморфологическими методами, были направлены как на решение методических вопросов, так и на получения необходимого набора данных для изучения условий залегания и строения тектонических нарушений.

Изучение данных структур позволило получить обширный материал для методологических исследований и практического применения при сейсмическом районировании.

На примере Могодского разлома, как наиболее изученного геологическими методами, мы представим возможности малоглубинной геофизики. Разрывные нарушения структуры выделяются по линиям равных значений скоростей, отмечающих несогласное залегание слоев, они приходится на изменения скоростей в рыхлых грунтах до глубины 7м. наиболее показательными являются схемы равных значений скоростей, построенные для глубин 5; 10 и 15 м., здесь есть возможность выделить участки или «блоки» с относительно однородными грунтами. Для рассматриваемого разлома, информативен срез скоростей на глубине 10 м. от поверхности. Необходимо сразу отметить, что данная структура является уникальным полигоном для отработки различных методов малоглубинной геофизики. Геофизические исследования проводились по системе профилей, расположенных в крест простираения главного тектонического нарушения, образовавшегося при Могодском землетрясении. Зона тектонического разрыва выходит на дневную поверхность и хорошо сохранилась благодаря низким темпам эрозии и своим деформационно- прочностным параметрам.

В комплекс геофизических исследований зон разломов входит малоглубинная сейсморазведка с ударным возбуждением сейсмических волн, с целью детального изучения скоростей распространения сейсмических волн в верхней 20-метровой толще грунтов. Сейсморазведочные данные (сейсмограммы) интерпретировались путем построения годографов Р и SH волн и построением по ним скоростных. На основе геолого-геофизических разрезов для каждого пункта зондирования проводилось построение скоростного разреза через всю зону разлома. Разлом отчетливо выделяется на профиле скоростного разреза. В приповерхностной части разреза отчетливо выражена сама зона разлома и два блока, смещенных относительно друг друга. С глубиной ширина зоны тектонического нарушения несколько больше, и предполагается, что она более близка к истинной, так как отмечается в коренных породах.

Возможность уточнить зону тектонического нарушения, в пределах которой произошло Могодское землетрясение, с видимым выходом разрыва на современную поверхность, появилась в 2004 году. На одном из участков разлома представилась возможность увеличить протяженность геофизического профиля от области современного выхода разрыва на поверхность при землетрясении 1967 г. При интерпретации сейсморазведочного профиля, на удалении более 100 м от основной оси тектонического разрыва 1967 г., обнаружена более древняя тектоническая структура, в несколько раз более широкая, чем современная. Необходимо отметить, что на поверхности не обнаружено никаких морфоструктурных следов данной зоны геоморфологическими и геологическими методами, учитывая, что прошедшие десятилетия с сейсмического события 1967 г. практически не изменили следы сильного землетрясения на поверхности. На рисунке 1 представлен этот профиль 2004 года.

Рис. 1 Сейморазведочный разрез через зону разлома

Проведенные исследования в 2014 г. позволили дополнительно обнаружить следы прошлых землетрясений в Моготской зоне лишь фрагментарно и на различном удалении от оси разрыва 1967 г. Если зону возможного палеоземлетрясения можно уточнить геофизическими методами, то возраст структуры возможно определить лишь сейсмогеологическими методами.

Параллельно сейморазведочному профилю на участке пересечения зоны разлома расположен электроразведочный профиль. Пункты сейсмо- и электроразведочных исследований в большинстве случаев совпадали, и их привязка осуществлялась с помощью GPS-геодезии. Использовался метод вертикального электрического зондирования (ВЭЗ). Точность измерений не менее 5-10%, обеспечивалась путем повторных замеров, а также независимым контролем сравнения данных измерений на соседних точках.

Электроразведочный метод позволяет нам выявить тектонические нарушения из широкого разнообразия геоморфологических форм рельефа, а обнаружив их, оценить их качественные и количественные характеристики. Результаты интерпретации кривых ВЭЗ для тектонических нарушений, позволяющие выделить структурные особенности и оконтурить область тектонического нарушения Моготского, представлены на рисунке 2.

Рис. 2 Разрез кажущегося сопротивления и геоэлектрический разрез по профилю №3, Монголия, Могод, 2014 г.

В период 2010-2014 гг. вблизи г. Улан-Батор проведены геологические и геофизические исследования на предмет уточнения наличия на территории города, а в сущности агломерации города, тектонических нарушений, формирующие уровень сейсмической опасности в настоящее время (Джурик, 2012; Serebrennikov, 2012). На первом этапе геофизические профили были установлены на месте проведения сейсмогеологических работ (вскрытие предполагаемой зоны разлома с поверхности).

Целью расположения профилей было уточнение полученных результатов геологических исследований (2010 г.) и общей тектонической ситуации правого склона долины. На следующем этапе геофизические профили были расположены таким образом, чтобы изучить тектоническую структуру обоих бортов долины ручья.

В первую очередь были обработаны материалы по левому борту, это связано с необходимостью проверить наличие зоны разлома, перекрытого

склоновыми отложениями. Полученные результаты позволяют утверждать следующее: зона тектонического нарушения на разрезах выделяется уверенно, что говорит о её непосредственном существовании в данном месте (Рис. 3).

Рис. 3. Сейморазведочный разрез левый борт руч. Гуджин

В заключении, необходимо отметить, что выбранный комплекс мало- и среднеглубинной геофизики в сочетании с геологическими методами изучения достаточно четко определяет ослабленные зоны, в частности зоны разломов, можно и необходимо использовать для их непосредственного изучения, как в единичных случаях (микросейсморайонирование), так и важных тектонических объектов.

Список литературы

1. Джурик В.И., Ескин А.Ю., Серебренников С.П., Брыжак Е.В., Усынин Л.А., Батсайхан Ц. Выявление зон разломов и ослабленных участков горных пород в районах Монголии с помощью малоглубинной геофизики. – Современная геодинамика и опасные природные процессы в Центральной Азии. Выпуск 7. Труды IX Российско-Монгольской конференции «Солнечно-земная физика и сейсмогеодинамика Байкало-Монгольского региона». – Иркутск: Институт солнечно-земной физики СО РАН, Институт земной коры СО РАН, 2012. – С. 60-63.
2. Serebrennikov S.P., Dzhurik V.I., Usynin L.A., Eskin A.Yu., Bryzhak E.V., Batsaikhan Ts. Geological-geophysical approach to the recognition of fault zones near the city Ulaanbaatar and their consideration in seismic zoning of site areas. – The 9th General Assembly of Asian seismological commission abstract book, September 17-20, 2012 – Ulaanbaatar, Mongolia. – P. 273-275.