

ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ МУЙСКОЙ ВПАДИНЫ БАЙКАЛЬСКОГО РИФТА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИНТЕРПРЕТАЦИИ АРХИВНЫХ ДАННЫХ ГЕОЭЛЕКТРИКИ

Айдиса Михайловна Санчаа

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А.Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией, ведущий научный сотрудник, тел. 8(383)330-49-54, e-mail: SanchaaAM@ipgg.sbras.ru

Нина Николаевна Неведрова

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А.Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, доктор геолого-минералогических наук, доцент, главный научный сотрудник, тел. 8(383)333-16-39, e-mail: NevedrovaNN@ipgg.sbras.ru

В статье представлены результаты переинтерпретации архивных данных вертикальных электрических зондирований по Муйской впадине Байкальского рифта. Для верификации полученных данных выполнено двумерное математическое моделирование.

Ключевые слова: Муйская впадина, вертикальные электрические зондирования (ВЭЗ), геоэлектрическое строение, БАМ

GEOELECTRICAL STRUCTURE OF BAIKAL RIFT MUYSKAYA BASIN BASED ON ARCHIVAL GEOELECTRICAL DATA INTERPRETATION

Aidisa M. Sanchaa

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 3, Akademika Koptyuga Ave., Novosibirsk, 630090, Russia, PhD, Leading Scientist, tel.: +7-913-920-17-48, e-mail: SanchaaAM@ipgg.sbras.ru

Nina N. Nevedrova

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 3, Akademika Koptyuga Ave., Novosibirsk, 630090, Russia, DSc, Associate Professor, Chief Scientist. tel.: +7-913-890-26-45, e-mail: NevedrovaNN@ipgg.sbras.ru

The article presents the results of reinterpretation of the archive data of the vertical electric soundings on the Muyskaya depression of the Baikal Rift. Two-dimensional mathematical modeling was performed to verify the obtained data.

Keywords: Muyskaya basin, geoelectric structure, vertical electric sounding (VES), BAM (Baikal-Amur Mainline)

Один из наиболее сложных участков трассы БАМ проходит в южной части Муйской впадины. Актуальность полученных новых результатов о строении впадины связана с начатой в 2013 г. реконструкцией и модернизацией инфраструктуры этой магистрали. В последнее время значительно увеличился экспорт в страны АТР, поэтому перегружены и устарели коммуникации Транс-

сибирской железной дороги. Кроме того, для роста экономики России назрела необходимость развивать территории, прилегающие к БАМу, богатые полезными ископаемыми.

Муйская впадина расположена на северо-восточном фланге Байкальской рифтовой зоны. По своей морфологии, геолого-тектоническому глубинному строению она значительно отличается от других зрелых кайнозойских впадин рифтовой зоны. Она является ярким примером еще не завершеного слияния субпараллельных депрессий в единую рифтовую структуру. В настоящее время активные современные тектонические процессы продолжают влиять на формирование впадины. Впадина вытянута в широтном направлении и имеет размеры примерно 90*45 км. Ее продольными ограничениями являются Северо-Муйское сбросо-сводовое и Южно-Муйское сводово-блоковое поднятия, поперечными – горные блоковые сооружения Верхнеангарско-Муйской и Муйско-Чарской межвпадинных перемычек.

Так как депрессия не является единой структурой, она объединяет несколько котловин различной величины. Выделяется локальная Улан-Макитская котловина, соединённая с основной территорией впадины только узким перешейком на юго-западе. Остальная часть Муйской впадины разделена продольной перемычкой на две тектонически изолированные впадины. Из них северная Парамская котловина ограничена с юга вдоль течения р. Муя выходами кристаллических пород на поверхность. Обширная южная часть называется Муйско-Куандинской котловиной [1]. Таким образом, по геологическим данным Муйская впадина фактически объединяет три отдельных депрессии: Парамскую, Муйско-Куандинскую, Улан-Макитскую. Внутривпадинная перемычка, разделяющая Парамскую и Муйско-Куандинскую котловины, сложена архейскими породами. Она субширотно протягивается в виде узкой (4-8 км) низкогорной гряды (рис. 1). Её южный склон обрешан линией сброса, вертикальный разброс блоков по которому превышает 1000 м. Муйско-Куандинская котловина имеет сложную конфигурацию, с выходами пород фундамента на поверхность, выполнена рыхлыми отложениями, максимальная мощность которых отмечается у северного борта, западнее р. Витим. Северная Парамская котловина, имеет более простое строение. Наибольшее прогибание её фундамента предполагается ближе к северному ограничению, в то время как на юге мощность осадков плавно уменьшается к межвпадинной перемычке, возвышающейся всего на 20-400 м над аккумулятивной поверхностью [2].

Из всех кайнозойских впадин северо-восточного Прибайкалья Муйская имеет наиболее сложное разломно-блоковое строение, определяемое разрывными нарушениями различных направлений. Судя по всему, активизация тектонических движений в плиоцен-четвертичное время коснулась многих ранее существующих дизъюнктивов и вместе с новообразованными разрывными нарушениями они составили существующую ныне активную сеть разломов. Палеосейсмологические данные свидетельствуют о высокой сейсмической активности Муйской впадины в прошлом. В период инструментальных наблюдений за 1950-2020 гг. непосредственно в Муйской депрессии произошло одно из

сильнейших в Восточной Сибири за последние сто лет Муйское землетрясение (1957 г., с $M=7,9$). В настоящее время по сравнению с другими районами северо-восточного Прибайкалья сейсмическая активность впадины снижена.

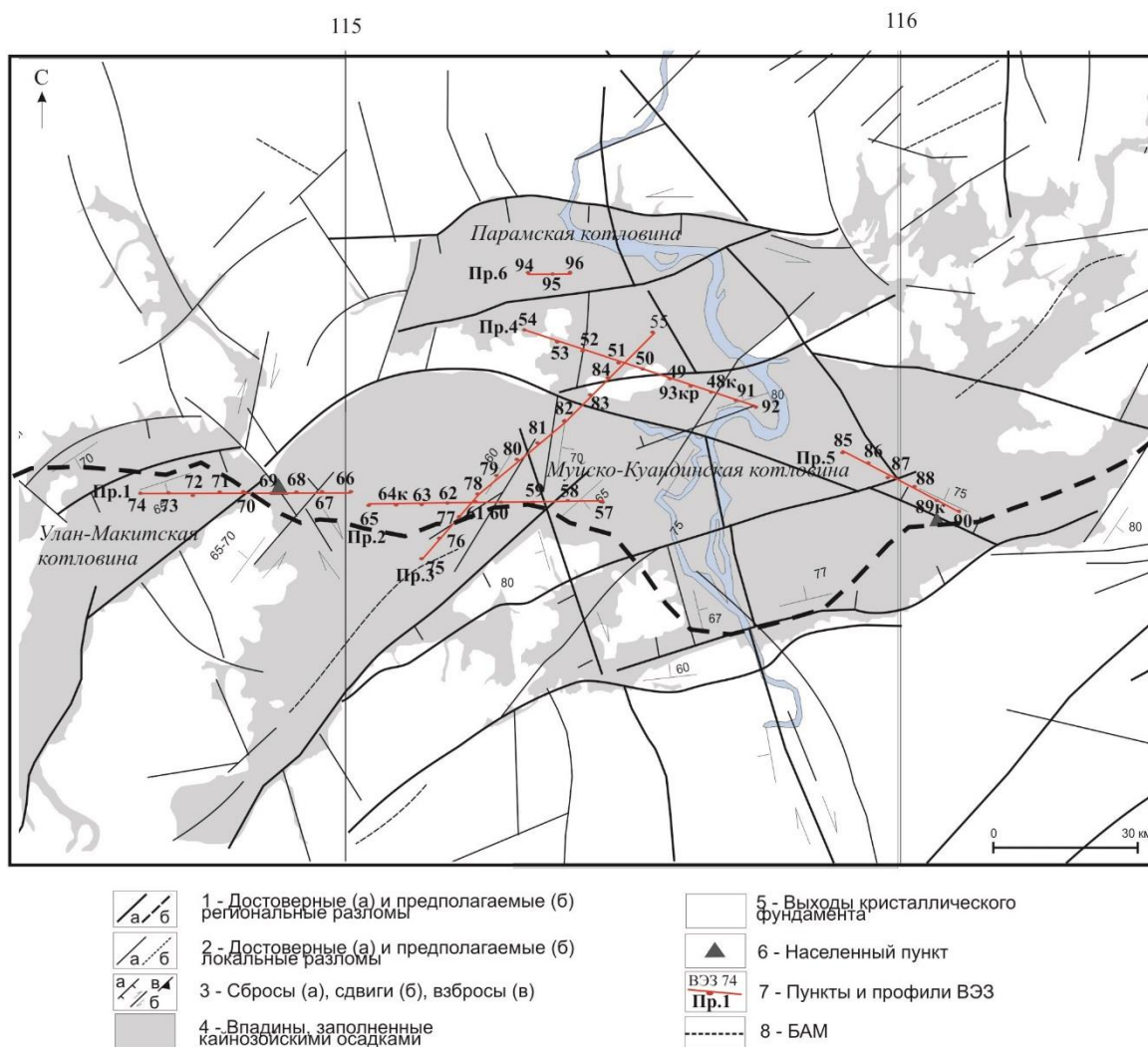


Рис. 1. Расположение профилей ВЭЗ на фрагменте карты разломно-блокового строения в Муйской впадине (по материалам Луниной О.В.)

Комплексные геофизические исследования Муйской депрессии связаны со строительством Байкало-Амурской магистрали (БАМ) и были выполнены в 80-е гг. прошлого века. По результатам этих работ мощность кайнозойских отложений депрессии оценивается крайне неоднозначно. Например, по гравитационным данным Ю.А. Зорина [3] она составляет 2100 м; на основании результатов совместной интерпретации гравиметрии МТЗ, ВЭЗ (1975-1980 гг) снижена до 1200 м; по данным детального ГСЗ, проведенному Б.П. Мишенькиным в 1981-1983 гг., достигает 1800 м. В связи с чем актуально ещё раз рассмотреть

архивные данные электроразведки с привлечением современных программных средств.

В данной работе для построения геоэлектрической модели были привлечены архивные данные ВЭЗ, полученные в 1981-1983 гг. Муйской электроразведочной партией. Измерения выполнены установкой Шлюмберже, минимальный полуразнос составлял 3 м, максимальный достигал 10 км, что обеспечивало высокую глубинность зондирований. Размещение профилей и пунктов измерений в основных структурных элементах исследуемого участка показано на (рис. 1). Большая часть пунктов ВЭЗ профиля 1 расположена в Улан-Макитской впадине. Пункты ВЭЗ 66-68 профиля 1, профили 2, 5, значительная часть профиля 3, наиболее протяженного, находятся Муйско-Куандинском локальном осадном бассейне. Пункты ВЭЗ 84, 51, 55 профиля 3 и профиль 4 расположены в северной Парамской котловине.

Интерпретация выполнена с использованием программ ZondIP, ZondRes2D, СОНЕТ. По результатам интерпретации сначала с использованием горизонтально-слоистой модели построены геоэлектрические разрезы по профилям наблюдений (всего 6 профилей), затем выполнены двумерная инверсия и двумерное моделирование для верификации и уточнения полученных результатов. Горные породы, выполняющие впадину, в целом высокоомны, даже минимальные значения УЭС превышает 150-200 Ом·м. Для всех разрезов характерны мощные слои вечномерзлых пород, достигающие 300-450 м. Осадочный чехол и фундамент Муйской впадины имеет ярко выраженное блоковое строение. В качестве примера рассмотрим результаты по одному из профилей.

На рисунке 2 представлены 1D, 2D геоэлектрические разрезы по профилю 3, пересекающему Муйско-Куандинскую впадину (ВЭЗ 75-82), внутривпадинную перемычку (между ВЭЗ 83, 84) и Парамскую котловину (ВЭЗ 51, 55). Общая протяженность профиля 35.5 км. Результаты 1D и 2D инверсий полевых данных принципиально согласуются. Полевые геолого-структурные исследования в Муйско-Куандинской (Мудирикканской) впадине (Лунина, Гладков, ИЗК СО РАН [4]) свидетельствуют о высокой деформированности четвертичных осадков и преимущественно сбросовом типе смещений по разломам субширотного, запад-северо-западного и северо-восточного простирания, сопровождающихся менее значительной левосторонней сдвиговой компонентой.

Общая мощность осадков в центральной части разреза по профилю 3 превышает 3000 м (ВЭЗ 79-81). Далее с учетом данных геолого-структурных исследований было выполнено двумерное моделирование разломных структур. Для данного профиля рассмотрены 14 моделей. На рис. 3, 4 представлены кривые ВЭЗ 79 и 82, полученные в зонах разломов, и результаты 2d моделирования. В целом результаты неплохо согласуются. Конечно, следует предположить, что здесь влияет трехмерная неоднородность среды, но, к сожалению, нет площадных измерений, только профильные.

Далее результаты 2d моделирования использовались для построения разреза двумерной инверсии (рис. 5), который неплохо согласуется с разрезом двумерной инверсии полевых данных на рис. 2. В результате уточнен геоэлектрический

разрез в районе пунктов ВЭЗ 82-84, построен итоговый (рис. 5). Как следует из геологической информации амплитуда смещения по разрыву внутривпадинной перемычки может достигать 1000 м, что и подтверждается по данным геоэлектрики. На двумерных разрезах хорошо видны как ослабленные, так и консолидированные блоки фундамента.

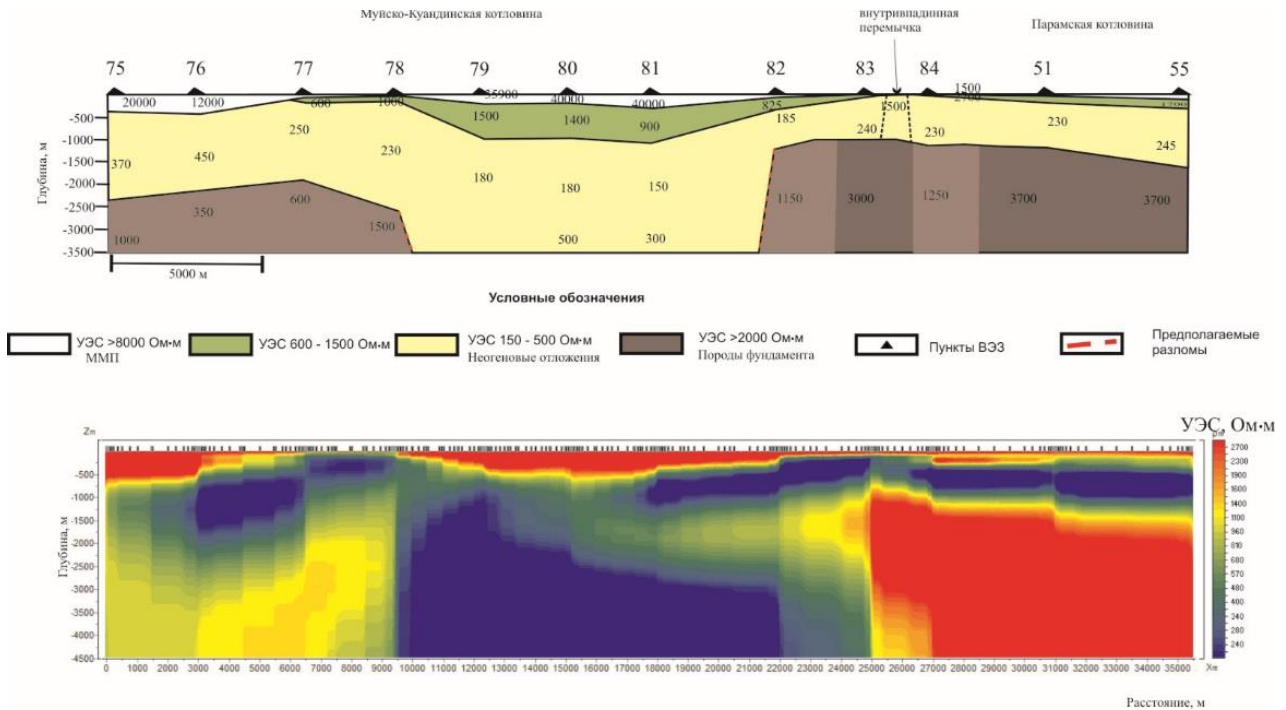


Рис. 2. Результаты 1D, 2D инверсий полевых данных по профилю 3 в Муйской впадине

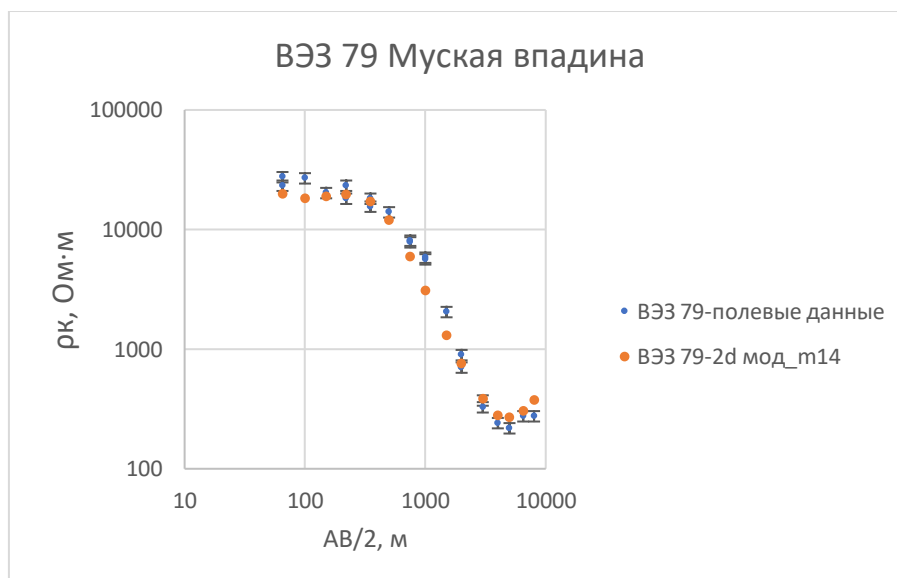


Рис. 3. Кривая ВЭЗ 79. Сравнение результатов 2D моделирования с полевыми данными. Ворота – 10%. Средняя погрешность 10,24%.

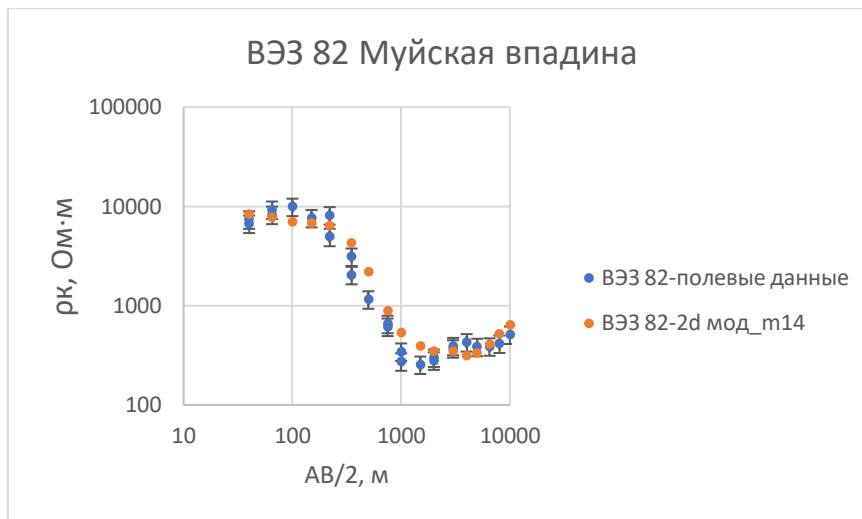


Рис. 4. Кривая ВЭЗ 82. Сравнение результатов 2D моделирования с полевыми данными. Ворота – 20%. Средняя погрешность 13,3%.

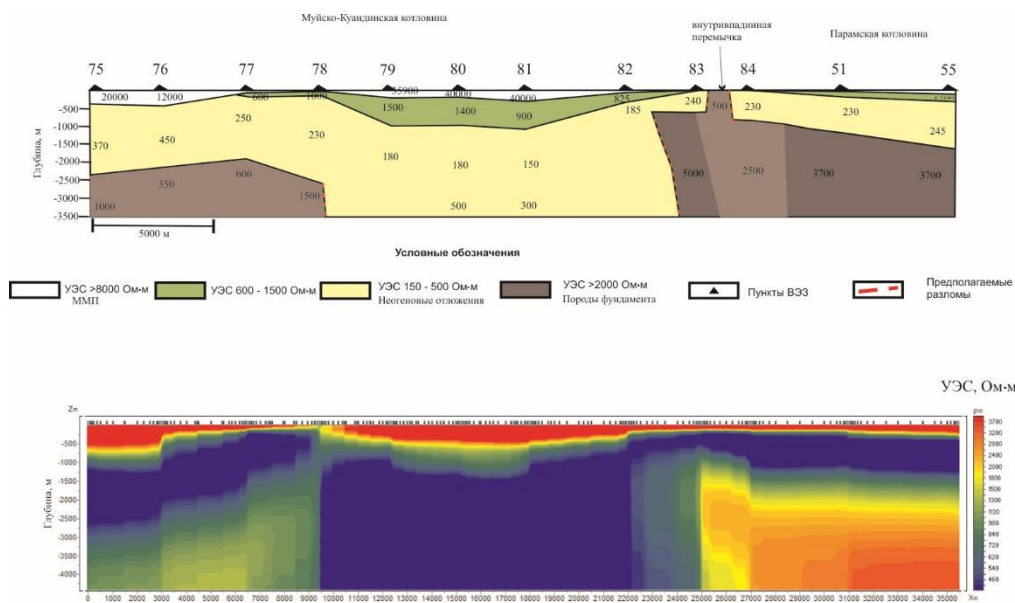


Рис. 5. Геоэлектрический разрез и результат двумерной инверсии модельных данных

Таким образом, построенные геоэлектрические разрезы отражают существенно блоковое строение фундамента впадины. УЭС пород фундамента, глубины до него меняется в широком диапазоне, что обусловлено как присутствием разломных зон, так и различной литологией горных пород. На всех разрезах выделены мощные слои многолетней мерзлоты.

Исследование выполнено при финансовой поддержке проекта ИНГГ СО РАН №0331-2019-0015.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Соотношение древней и кайнозойской структур в Байкальской рифтовой зоне / С.М. Замараев, Е.П. Васильев, А.М. Мазукабзов и др.; отв. ред. С.Ф.Павлов. - Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1979. – 126 с. – Библиогр.: 121-124. – 1000 экз.
2. Геология и сейсмичность зоны БАМ. Неотектоника / С.И. Шерман, К.Г. Леви, В.В. Ружич и др.; отв. ред. Н.А. Логачев. – Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1984. – 207 с. –Библиогр.: с. 195–206. – 1000 экз.
3. Новейшая структура и изостазия Байкальской рифтовой зоны и сопредельных территорий / Зорин Ю.А. – Москва: Наука, 1971. – 168 с.
4. Лунина О.В., Гладков А.С. Активные разломы и поля напряжений северо-восточного фланга Байкальской рифтовой зоны / О. В. Лунина, А. С. Гладков // Геология и геофизика. – 2008. – Т. 49, № 2. – С. 146–160.

REFERENCES

1. Sootnoshenie drevnej i kajnozojskoj struktur v Bajkal'skoj riftovoj zone / S.M. Zamaraev, E.P. Vasil'ev, A.M. Mazukabzov i dr.; отв. red. S.F.Pavlov. - Novosibirsk: Nauka. Sibirskoe otdelenie, 1979. – 126 s. – Bibliogr.: 121-124. – 1000 ekz.
2. Geologiya i sejsmichnost' zony BAM. Neotektonika / S.I. SHerman, K.G. Levi, V.V. Ruzhich i dr.; отв. red. N.A. Logachev. – Novosibirsk: Nauka. Sibirskoe otdelenie, 1984. – 207 s. – Bibliogr.: s. 195–206. – 1000 ekz.
3. Novejshaya struktura i izostaziya Bajkal'skoj riftovoj zony i sopredel'nyh territorij / Zorin YU.A. - Moskva: Nauka, 1971. – 168 s.
4. Lunina O.V., Gladkov A.S. Aktivnye razlomy i polya napryazhenij severo-vostochnogo flanga Bajkal'skoj riftovoj zony // Geologiya i geofizika. – 2008. – Т. 49, № 2. – S. 146–160.

© А. М. Санчаа, Н. Н. Неведрова, 2021