

ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ГЕОДИНАМИЧЕСКОГО ПОЛИГОНА «БЕЛЬТИР» В ЧУЙСКОЙ ВПАДИНЕ ПО ДАННЫМ МЕТОДА СОПРОТИВЛЕНИЙ

Петр Валерьевич Пономарев

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, младший научный сотрудник, тел. (952)916-79-62, e-mail: PonomarevPV@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, ведущий научный сотрудник, тел. (913)890-26-45, e-mail: NevedrovaNN@ipgg.sbras.ru

В статье рассмотрено геоэлектрическое строение западного замыкания Чуйской впадины по данным методов вертикального электрического зондирования (ВЭЗ) и электротомографии, выполненных на территории западной части Чуйской впадины Горного Алтая. Работы проводятся в области наиболее близкой к эпицентру разрушительного Чуйского землетрясения (27.09.2003 $M=7,3$) – на полигоне «Бельтир» в долине реки Чаган. Измерения ВЭЗ были начаты в 2004 г. и продолжаются в настоящее время. Каждый год выполняются новые измерения для уточнения строения. Кроме того, существует целый ряд режимных пунктов, измерения в которых повторяются ежегодно.

Ключевые слова: вертикальное электрическое зондирование, электротомография, Чуйское землетрясение, геоэлектрическое строение западной части Чуйской впадины.

STRUCTURE OF «BELTIR» GEODYNAMIC TEST GROUND IN CHUYA BASIN BY RESISTIVITY METHOD

Peter V. Ponomarev

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Koptuyug Prospect, Junior Researcher, tel. (952)916-79-62, e-mail: PonomarevPV@ipgg.sbras.ru

Nina N. Nevedrova

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Koptuyug Prospect, Doctor of Science, Senior Researcher, tel. (913)890-26-45, e-mail: NevedrovaNN@ipgg.sbras.ru

The article describes the results of studies by vertical electrical sounding (VES) and electrical tomography performed in the western part of the Chuya basin in Altai mountains. Work conducted in the area closest to the epicenter of the devastating earthquake (09/27/2003 $M=7.3$) in the valley of Chagan river. VES measurements were started in 2004 and continues today. Each year, new measurements are carried out to clarify the structure. In addition, there are a number of regime points, in which the measurements are repeated every year.

Key words: vertical electric sounding, Chuya earthquake, seismically active zone, electrical tomography, geoelectric structure.

Современное строение Чуйской впадины обусловлено поэтапными тектоническими движениями, наиболее ярко проявляющимися в её краевых частях.

Целью данной работы является уточнение строения участка, расположенного в западном замыкании Чуйской впадины в зоне магистрального сейсморазрыва Чуйского землетрясения.

Участок полевых наблюдений ВЭЗ расположен в 20 км от эпицентра Чуйского землетрясения в долине р. Чаган. Расположение пунктов ВЭЗ и профилей электротомографии указано на рис. 1.

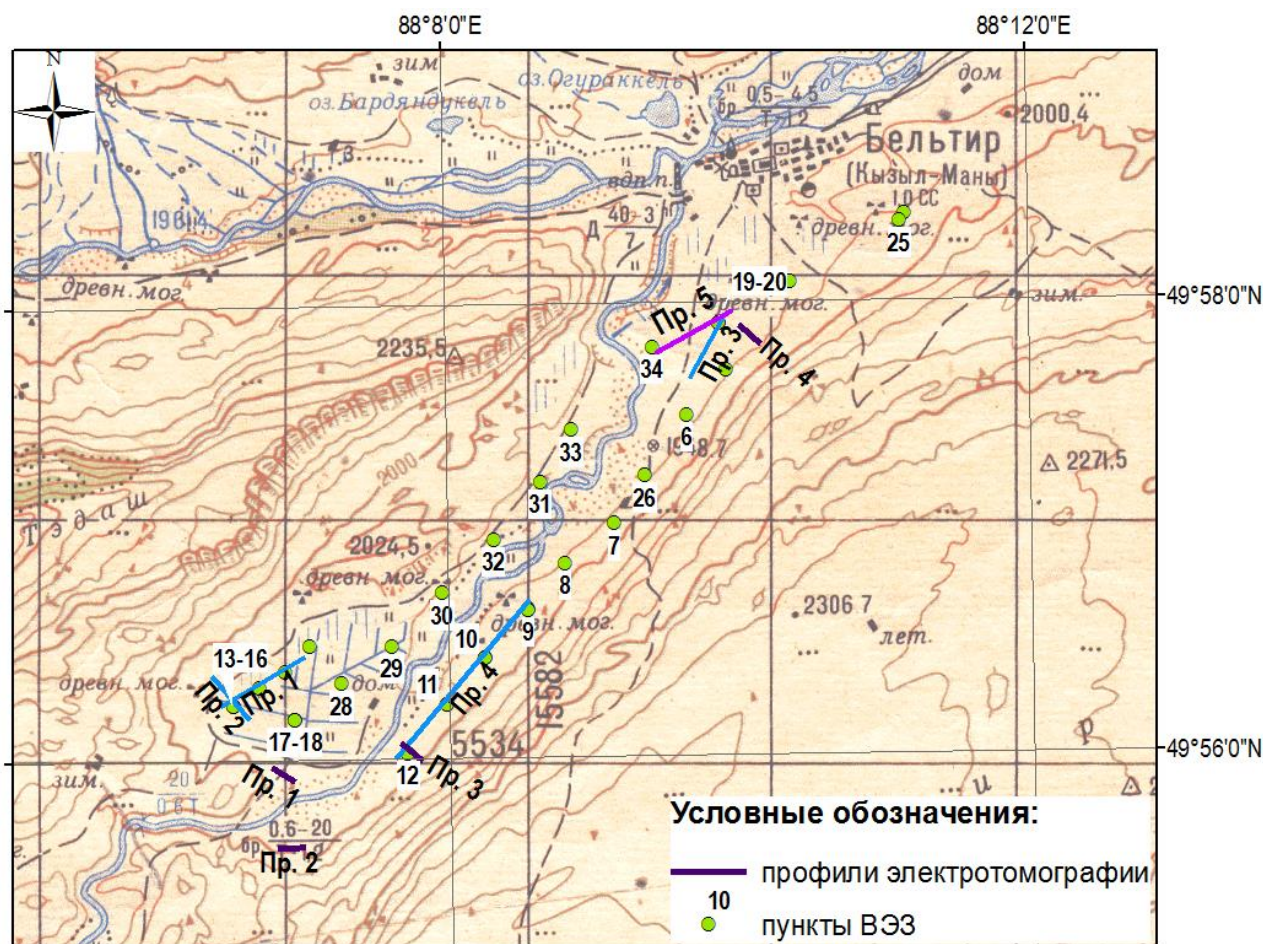


Рис. 1. Схема расположения пунктов ВЭЗ и профилей электротомографии на полигоне “Бельтир”

В верховьях реки Чаган после землетрясения образовалась система трещин, ориентированных преимущественно с северо-запада на юго-восток. Сейсмические дислокации наблюдались на поверхности долины в виде протяженных и глубоких трещин вспарывания длиной более 300 м со средним расстоянием между бортами трещин около 3 м. В 5 км от зоны трещиноватости в этой же долине находится протяженный участок, в пределах которого разрывных нарушений, видимых на поверхности, не обнаружено. Пункты зондирования были размещены в двух различных областях проявления последствий землетрясения. В трещиноватой зоне выполнены круговые и крестовые вертикальные электрические зондирования (ВЭЗ 13-16, 17-18). В области с отсутствием тре-

щин размещен крестовый ВЭЗ 19-20. На участке были проведены также профильные измерения с шагом 250 метров (профиль 1) и с шагом около 500 метров (профиль 1, 2). Все крестовые, круговые ВЭЗ повторяются ежегодно. Кроме того, повторяются измерения в пунктах 9, 10, 11, 12 наиболее протяженного профиля 3, выполненного на правом берегу р. Чаган. Круговые и крестовые ВЭЗ выполнены для исследования анизотропных характеристик разреза.

Измерения методом ВЭЗ проводились симметричной градиентной четырехэлектродной установкой Шлюмберже. Размеры генераторной линии $AB/2$ находятся в интервале от 1.5 до 1000 м. Полевые данные ВЭЗ проинтерпретированы с использованием программных комплексов моделирования и инверсии «СОНЕТ» и ZondIP1D.

Для измерений методом электротомографии была использована станция «Скала-48М», предназначенная для работы методом сопротивлений в различных модификациях. Измерения проведены 48 электродной установкой Шлюмберже с расстоянием 5 метров между электродами. Обработка данных электротомографии проведена в программах двумерной инверсии ZondRes2d и Res2Dinv[5].

По результатам интерпретации данных ВЭЗ в комплексе «СОНЕТ» с привлечением априорной информации по скважинам получена многослойная модель среды. Характерные полевые кривые ВЭЗ и соответствующая им геоэлектрическая модель приведена на рис. 2.

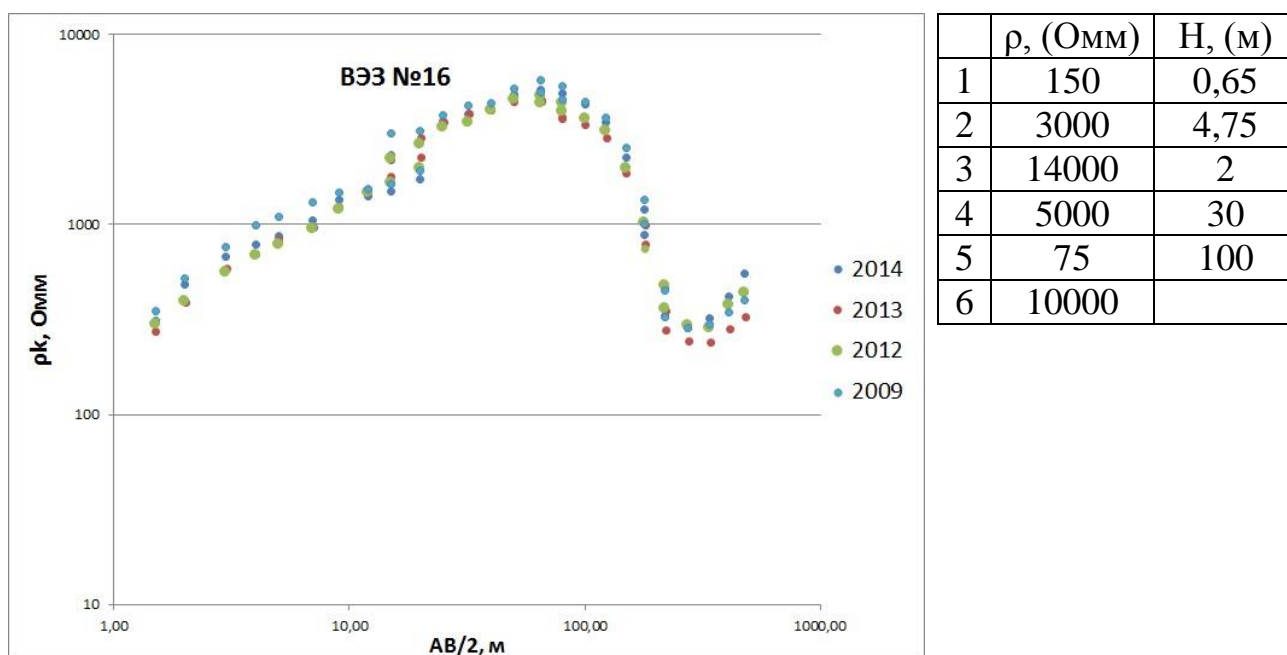


Рис. 2. Характерные полевые кривые ВЭЗ за несколько лет измерений

Два верхних маломощных слоя крайне неоднородны по удельному сопротивлению (УЭС), так как сложены речными отложениями различного состава: от мелкозернистых алевролитов до валунно-галечников. УЭС третьего и чет-

вертых слоев аномально высоко – от 5000 до 16000 Ом·м, что в соответствии с априорной информацией свидетельствует о присутствии в нем многолетней мерзлоты. Глубже залегает горизонт с мощностью до 100 м и УЭС 75 Ом·м, сложенный низкоомными озерными отложениями. На глубине 137 м находится опорный геоэлектрический горизонт с УЭС 10000 Ом·м.

Далее на рис. 3 представлена геоэлектрическая модель полигона по данным ВЭЗ (рис. 3а) и разрез по профилю ВЭЗ №3 (рис. 3б).

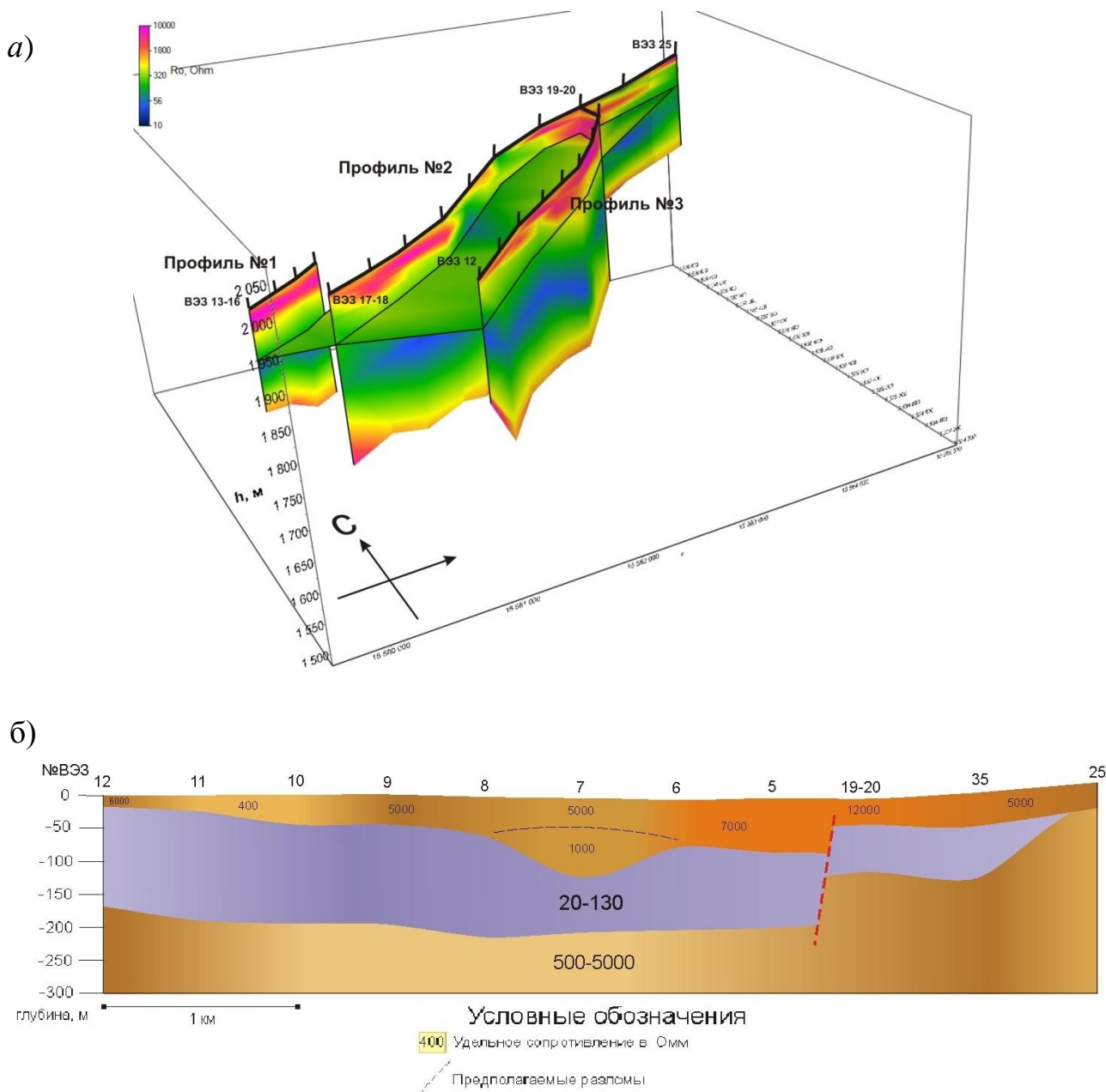


Рис. 3. а) геоэлектрическая модель полигона «Бельтир», б) разрез №3 по правому борту р. Чаган (одномерная инверсия)

Модель дает представление о строении всего участка исследований, а разрез характеризует блоковое строение участка, наличие разломов, а также особенности осадконакопления, присущие всей Чуйской впадине с присутствием на фундаменте мощного проводящего горизонта, сложенного тонкослоистыми песчано-глинистыми породами, на котором залегает высокоомные, неоднородные по составу породы.

Наличие в приповерхностном слое многолетнемерзлых пород, грубообломочных неоднородных по литологическому составу отложений формирует крайне неоднородную верхнюю часть разреза, что требует дополнительных исследований. Для уточнения строения верхней части разреза была применена электротомография на постоянном токе.

В качестве примера рассмотрим один из разрезов по профилю 1 по данным электротомографии. Профиль находится в районе кругового ВЭЗ №13-16 в трещиноватой зоне. На разрезе (рис. 4) детально отражена самая верхняя часть осадков с мощностью около 6–10 м и УЭС 300–1000 Ом м, представленная аллювиальными отложениями. Высокоомный горизонт с мощностью 20–30 м и УЭС до 10000 Ом м, залегающий ниже, представлен грубообломочными ледниковыми отложениями с наличием многолетней мерзлоты. Глубже 30–40 м наблюдается верхняя кромка слоя низкоомных озерных отложений. На отметке по профилю в 200 м выявлена аномальная зона, связанная с выходом на поверхность нескольких крупных сейсмодислокаций, которые выделены по геологическим данным и наблюдаются на дневной поверхности.

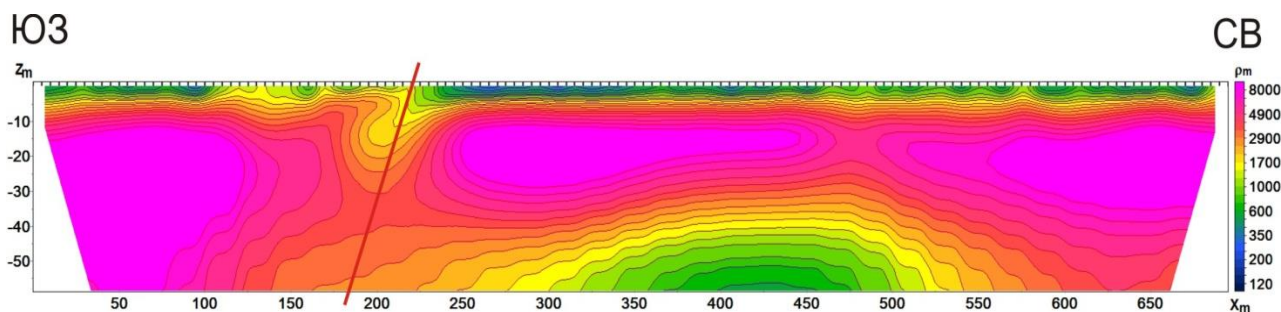


Рис. 4. Разрез по профилю электротомографии №1

По результатам интерпретации данных ВЭЗ и электротомографии с использованием программ одномерной и двумерной инверсии уточнено геоэлектрическое строение западного замыкания Чуйской впадины в долине р. Чаган. Получены глубины до фундамента и характеристики осадочных отложений практически для всего участка исследований. По данным электротомографии получены детальные геоэлектрические характеристики верхней части разреза до глубин в 40–50 м, а также характеристики разломных нарушений, связанных с современной сейсмической активностью.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Девяткин, Е.В. Кайнозойские отложения и неотектоника юго-восточного Алтая. / Е.В. Девяткин. - Москва: Наука, 1965. - 244 с.
2. Неведрова, Н.Н. Реконструкция глубинного строения Чуйской Впадины Горного Алтая по данным электромагнитных зондирований. / Н.Н. Неведрова., М.И. Эпов, Е.Ю. Антонов // Геология и геофизика. - 2001. - Т. 42., № 9. - С. 1399–1416.
3. Неведрова, Н.Н. Геоэлектрические исследования Чуйской впадины Горного Алтая для уточнения ее строения и четвертичной истории. / Н.Н. Неведрова, П.В. Пономарев, Е.В. Деев // Первая международная научно-практическая конференция по электромагнитным методам исследования «Геобайкал 2010» (Иркутск, 5–20 августа 2010 г.).
4. Лузгин, Б.Н. Особенности формирования неогеновых отложений юго-востока Горного Алтая. / Б.Н. Лузгин, Г.Г. Русанов // Геология и геофизика. - 1992. - Т. 4. - С. 23–27.
5. Zond – программы для геофизики [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.zond-geo.ru>.

© П. В. Пономарев, Н. Н. Неведрова, 2015