

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО СКАНИРОВАНИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ОПОЛЗНЕОПАСНЫХ УЧАСТКОВ НА УГОЛЬНОМ РАЗРЕЗЕ

Дмитрий Игоревич Губин

ООО ГП «Сибгеотех», 630099, Россия, г. Новосибирск, а/я 283, инженер-геофизик, тел. (383)222-82-32, e-mail: gubin@sibgeotech.ru

Елена Николаевна Махнач

ООО ГП «Сибгеотех», 630099, Россия, г. Новосибирск, а/я 283, главный геофизик, тел. (383)222-82-32, e-mail: machnach@sibgeotech.ru

Анна Васильевна Мамаева

ООО ГП «Сибгеотех», 630099, Россия, г. Новосибирск, а/я 283, ведущий геофизик, тел. (383)222-82-32, e-mail: mamaeva@sibgeotech.ru

В работе представлены результаты геофизических исследований нерабочего борта угольного карьера, расположенного в Кемеровской области. Изучение фрагмента борта проводилось с помощью комплекса электроразведочных методов (электротомография, электромагнитное сканирование (ЭМС), метод естественного электрического поля (ЕЭП)). В данной работе основное внимание уделено результатам ЭМС во временной области, впервые опробованного в качестве альтернативного метода электротомографии. По результатам работ выполнено детальное расчленение разреза, установлена кровля коренных пород, спрогнозированы оползнеопасные участки.

Ключевые слова: электромагнитное сканирование, геоэлектрический разрез, оползнеопасные участки.

EXPERIENCE OF THE STUDY OF ELECTROMAGNETIC SCAN LANDSLIDE-PRONE AREAS AT A COAL CUT

Dmitry I. Gubin

«Sibgeotech» Ltd, 630099, Russia, Novosibirsk, post office box 283, Geophysicist, tel. (383)222-82-32, e-mail: gubin@sibgeotech.ru

Elena N. Makhnach

«Sibgeotech» Ltd, 630099, Russia, Novosibirsk, post office box 283, Chief Geophysicist, tel. (383)222-82-32, e-mail: machnach@sibgeotech.ru

Anna V. Mamaeva

«Sibgeotech» Ltd, 630099, Russia, Novosibirsk, post office box 283, Senior Geophysicist, tel. (383)222-82-32, e-mail: mamaeva@sibgeotech.ru

The results of geophysical investigations nonworking board coal mine, located in the Kemerovo region are presented in this paper. The study board fragment was carried out using a complex electro techniques (electro tomography, electromagnetic scan (EMS), the self potential method (SP)). In this paper we focus on EMS results in the time domain, first tested as an alternative method of electro tomography. According to the results of work carried out detailed division of the cut, set the roof of the bedrock, predicted landslide-prone areas.

Key words: electromagnetic scan, geoelectric section, landslide-prone areas.

Одной из основных задач инженерной геофизики является определение расположения оползнеопасных зон. Множество исследований посвящено решению этой задачи. В работе [1] изучение потенциально оползнеопасных областей проводится с помощью методов электротомографии, ЭМС, ЕП, георадарной съемки. Выявлено расположение трещиноватых областей, определено строение оползневых зон, установлена потенциальная плоскость скольжения, определены причины возникновения оползня. В работе [2] для изучения режима оползней предложен комплекс сейсмических методов.

Исследуемая в нашей работе область имеет вид склона с падением в направлении с запада на восток. Длина склона ≈ 700 м, а ширина ≈ 400 м. Перепад высот составляет ≈ 240 м.

Основная цель геофизических работ в данной области – восстановление особенностей геологического строения исследуемого участка и выделение наиболее оползнеопасных зон. Поставленная задача решалась с помощью привлечения таких геофизических методов, как ЭМС, ЕЭП и электротомография [3, 4].

ЭМС проводилось по группе профилей через 50 м (10 профилей). Так же отработаны секущие профили (4 профиля). Таким образом, была составлена профильно-площадная сеть. Работы по методу ЭМС были произведены с использованием электроразведочного комплекса серии «Импульс-Д 13» и коммутатором тока КТ-20. Для измерения электромагнитного поля было выбрано удобное расположение приемной и генераторной петель. Шаг измерений составил 5 м. Рабочий временной интервал лежит в диапазоне 8–1000 мкс. Минимальный уровень сигнала составляет 0.5 мкВ. Эффективная площадь генераторной петли – 56.25 м², а измерительной – 29 м². Амплитуда тока в генераторном контуре стабилизировалась на уровне 5–30 А. Глубинность исследований при выбранных параметрах измерения составила 70–80 м.

Обработка данных ЭМС (зависимость ЭДС от времени) осуществлялась при помощи программы EMDP (EM-DataProcessor). В программе реализована возможность расчета одномерной инверсии результатов измерений и построение геоэлектрического разреза. Сужение области эквивалентности осуществлялось с помощью привязки решения обратной задачи к скважинным данным.

Пример сопоставления геоэлектрических разрезов, полученных по данным ЭМС и электротомографии, показан на рисунке. Обобщенный разрез, по данным электротомографии, представлен тремя слоями. На разрезе ЭМС можно выделить до пяти слоев. В слоистой структуре разреза наблюдается чередование низкоомных и высокоомных толщ пород. Это обусловлено свойственным для данного геологического разреза чередованием проводящих глинистых слоев (аргиллиты, алевролиты) и непроводящих (песчаники). В западной области профиля ЭМС от поверхности и до глубин 25–60 м можно выделить проводящий слой (менее 50 Ом·м). Появление этого слоя на геоэлектрическом разрезе связано с наличием увлажненных насыпных грунтов (техногенных отложений). Иногда в нем проявляются непроводящие области, обусловленные низко об-

водненными или мерзлыми породами. В восточной части профиля мощность проводящего техногенного слоя уменьшается.

Геоэлектрический разрез по профилю 3 по данным ЭМ-сканирования

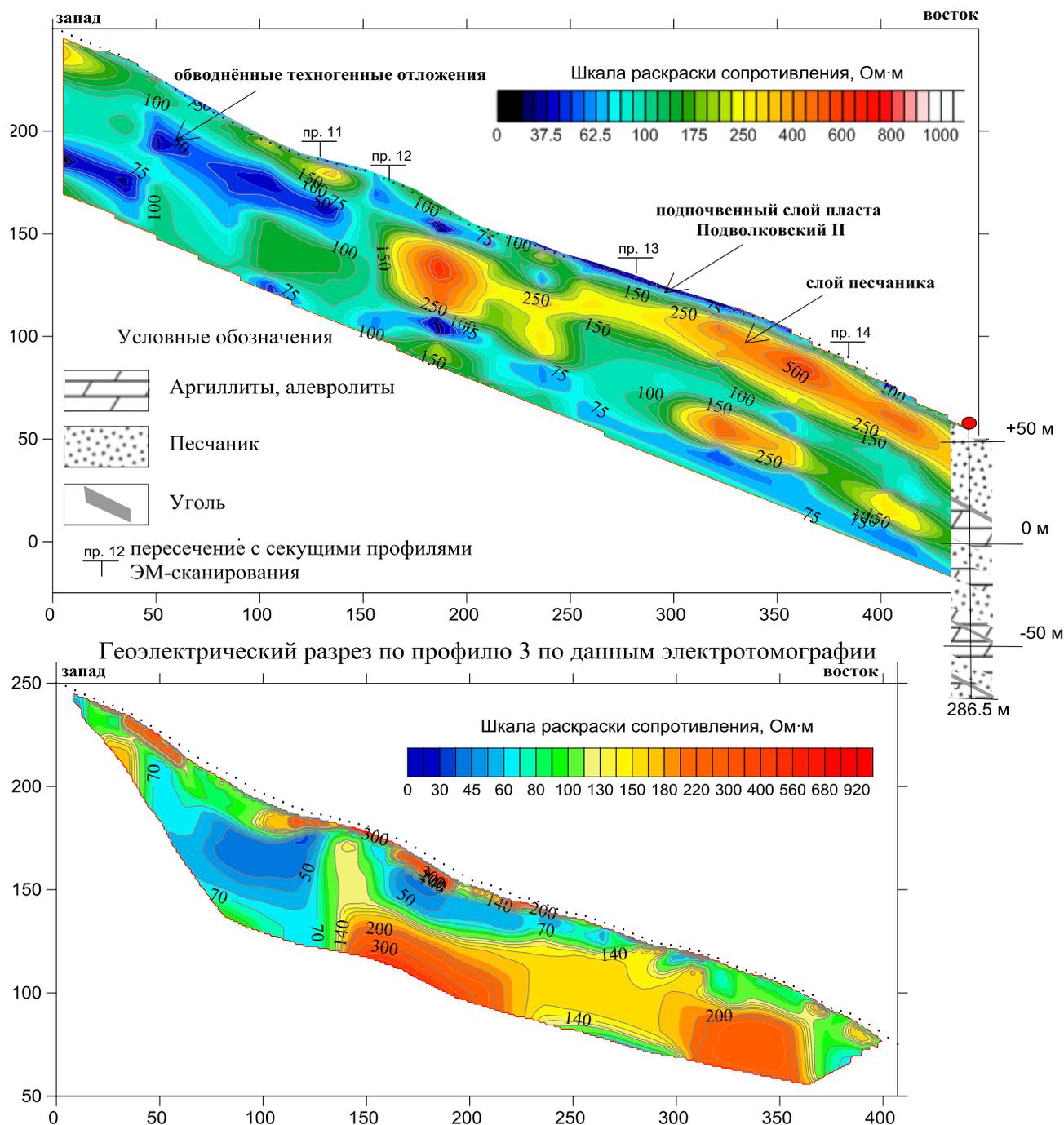


Рис. Геоэлектрические разрезы, полученные по данным ЭМС и электротомографии для профиля 3

Подстилат толщу насыпных грунтов тонкий слой с мощностью 10–15 м, который связан с подпочвенной зоной угольного пласта Подволковский II [5]. Сложена она преимущественно высокопроводящими породами: алевролитами,

слабыми песчаниками, углистыми аргиллитами. Ниже рассмотренного слоя располагается плохо проводящий слой (первые сотни Ом·м) с мощностью 20–30 м, сложенный песчаниками. По кровле этого слоя картируется кровля коренных пород. Подстилает толщу песчаников проводящий слой (60–90 Ом·м) с мощностью 15–25 м, который состоит из низкоомных аргиллитов и алевролитов. В данных электротомографии этот слой (и последующие) за счет ограничения по глубине уже не прослеживается. Еще глубже на разрезе ЭМС выделяются два слоя – плохо проводящий, сложенный песчаниками, и низкоомный, который, возможно, состоит из алевролитов и аргиллитов.

На разрез ЭМС для литологической привязки выделяемых комплексов пород вынесены данные по скважине. Наблюдается высокая корреляция между аномалиями УЭС и литологическим составом пород, вскрытых скважиной.

Сравнивая геоэлектрические разрезы по данным ЭМС и электротомографии, можно установить корреляцию между ними. Эта особенность подтверждает достоверность полученных материалов. В то же время сопоставление результатов выявляет ряд преимуществ метода электромагнитного сканирования во временной области.

При обработке полевого материала и геологической интерпретации отмечена большая информативность, детальность и глубина исследования по данным электромагнитного сканирования по сравнению с материалами электротомографии, что отражено на геоэлектрических и геолого-геофизических разрезах. Полученные геоэлектрические разрезы дали информацию не только о кровле коренных пород, но и позволили изучить внутреннее строение массива коренных пород, отразить изменчивость по простиранию слоев пород и их нарушенность вертикальными зонами трещиноватости и проницаемости.

Отработанная профильно-площадная сеть профилей ЭМС позволила воссоздать объемное распределение проводимости среды в пределах исследованного участка, выполнить площадные построения для выделенных комплексов пород и на их основе выделить ослабленные зоны трещиноватости, рассматриваемые как потенциально опасные при развитии оползневых явлений. Установлена потенциальная плоскость скольжения, которая приурочена к расслоенным и обводненным породам подпочвенной зоны пласта Подволковский II. Для подтверждения приведенных выводов рекомендована проходка заверочных скважин в пределах выделенных оползнеопасных блоков.

Таким образом, успешный опыт применения высокопроизводительного и высокоразрешающего метода сканирующих исследований (ЭМС) позволяет рекомендовать его для детального исследования и литологического расчленения разреза до глубины 100 и более метров, решения инженерных, гидрогеологических и других задач. Электромагнитное сканирование во временной области с высокой пространственно-временной плотностью наблюдений позволяет воссоздавать объемную геоэлектрическую реконструкцию геологической среды. Глубинность исследований может составлять 100 и более метров, пространственная плотность наблюдений до 0.5 м. Нужная глубинность достигается

за счет выбора параметров приемно-генераторной конструкции и определяется в ходе опытно-методических работ. Одной из важных характеристик метода является то, что он не зависит от условий заземления. Это позволяет проводить работы зимой при значительном снежном покрове и замерзшем грунте на участках, где невозможно заземлиться (скальные породы, дорожное покрытие, курумники и т. д).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тригубович Г.М., Пустозеров М.Г. Технология изучения потенциально опасных зон с телеметрическим оборудованием серии «Импульс» // Добывающая промышленность. – 2016. – № 2.
2. Скворцов А.Г. Применение сейсмических методов для изучения режима оползней: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 1987. – 21 с.
3. Геофизические методы изучения геологии угольных месторождений / В.В. Гречухин и др. – М: Недра 1995. – С. 176–215.
4. Высокора разрешающая электромагнитная разведка угольных пластов / Г. М. Тригубович, А. А. Белая, И. И. Иванова и др. // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Недропользование. Горное дело. Новые направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск : СГГА, 2012. Т. 1. – С. 215–219.
5. Анянов К.А., Мышкин Г.С., Петров Ф.М. Кемеровская синклиналь в одноименном районе Кузбасса (Результаты поисковой разведки на глубоких горизонтах 1968–1971 гг.). – 1972. – 48 л.

© Д. И. Губин, Е. Н. Махнач, А. В. Мамаева, 2017