

МАГНИТОТЕЛЛУРИЧЕСКИЕ ЗОНДИРОВАНИЯ В КРЫМУ

Д.О.Десятов, В.А.Куликов, П.Ю.Пушкарев, А.Г.Яковлев

Метод магнитотеллурического зондирования относится к группе методов электроразведки, и является самым глубинным из них. В нём используется естественное переменное электромагнитное поле Земли, называемое магнитотеллурическим полем. В результате интерпретации данных МТЗ оценивается удельное электрическое сопротивление среды. Часто используют обратную к нему величину – электропроводность. Эти свойства зависят от минерального состава горных пород, их флюидонасыщенности и других факторов. При глубинных исследованиях, когда имеется только косвенная информация о строении и состоянии недр, знание электропроводности горных пород важно для более однозначной интерпретации комплекса геолого-геофизических данных.

При изучении геоэлектрического строения Горного Крыма большую роль сыграли Виктор Казимирович Хмелевской и другие сотрудники кафедры геофизики геологического факультета МГУ. Так, в 1949-1950 годах В.К. Хмелевской, ещё студент, являлся участником, а затем руководителем электроразведочного отряда, изучавшего оползни на Южном Берегу Крыма с помощью методов электрического зондирования (ВЭЗ) и профилирования (ЭП). В 1959-1963 годах он применял методы наземной и подземной электроразведки в составе комплексной геофизической экспедиции, занимавшейся сопровождением проходки Ялтинского гидротоннеля. Протяжённость тоннеля составила 7200 м, максимальная глубина 900 м, а электроразведка давала информацию об обводнённых зонах в карбонатных породах, а также о глубине до нижележащих терригенных пород. Работы проводились, в том числе, в ходе геофизических студенческих практик. Одним из результатов работ стал первый глубинный (до 5 км) геоэлектрический разрез Горного Крыма. Он был построен по результатам дипольных электрических зондирований с разносами до 20 км по профилю «Ялта - Новопавловка». На разрезе, в частности, отражено положение кровли высокоомного основания, залегающего под более проводящими терригенными горными породами (в основном Таврической серии).

В то же время в Крыму началось применение метода магнитотеллурического зондирования (МТЗ). Эти работы были связаны с именем Игоря Ивановича Рокитянского. В 1957 году он выполнил одно из первых МТЗ в обсерватории Алушта. Обработкой и интерпретацией полученных данных занималась группа академика А.Н. Тихонова, основоположника метода МТЗ. Позднее метод стал широко применяться в Крыму, особенно в его равнинной части, для оценки перспектив нефтегазоносности. Знаменательным событием было проведение работ на участке «Тарханкут - Керчь» одного из международных геотраверсов. В советский период работы методом МТЗ проводили Крымская геофизическая экспедиция, трест «Днепргеофизика» и

Институт геофизики НАНУ. Обобщение и интерпретация этих данных были выполнены И.И. Рокитянским и другими геофизиками. В начале XXI века магнитотеллурическими исследованиями Крыма занимались сотрудники Института геофизики НАНУ С.Н. Кулик, Т.К. Бурахович, А.Н. Кушнир, И.М. Логвинов, В.Н. Тарасов и другие. Ими построены региональные геоэлектрические модели региона, включающие крупные глубинные геоэлектрические структуры.

В 2016 году Российской геофизической компанией «Северо-Запад» были выполнены уникальные работы методом МТЗ по детальному профилю через Горный Крым «Ялта-Новоселовка», проходящему в своей центральной части через геологический полигон МГУ. Всего было выполнено 30 точек МТЗ, шаг составил от 1 до 3 км. Применялась современная портативная аппаратура компании «Phoenix Geophysics» (Канада) и собственного производства. В результате обработки и интерпретации данных МТЗ был построен геоэлектрический разрез по профилю «Ялта-Новоселовка» до глубины 30 км [1].

На разрезе уверенно выделяется глубинная проводящая зона в пределах полигона МГУ, по-видимому, приуроченная к Предгорному разлому. Её низкое сопротивление может быть обусловлено трещиноватостью и флюидонасыщенностью. Другая проводящая область обнаружена под первой грядой Крымских гор, она также может быть связана с трещиноватой разломной зоной, к ней приурочена и повышенная сейсмичность. На рисунке приведена верхняя часть геоэлектрического разреза, до глубины 5 км. В левой (северо-западной) части разреза сверху проявляется осадочная толща Скифской плиты. Сопротивления в первые десятки Ом·м на глубинах до 2 – 3 км в основном связаны с осадочными породами Юры и Триаса. Ниже залегает палеозойское основание, сложенное метаморфическими породами, с сопротивлением порядка 1000 Ом·м. Вариант более детальной геологической интерпретации был предложен А.Н. Стафеевым [2].

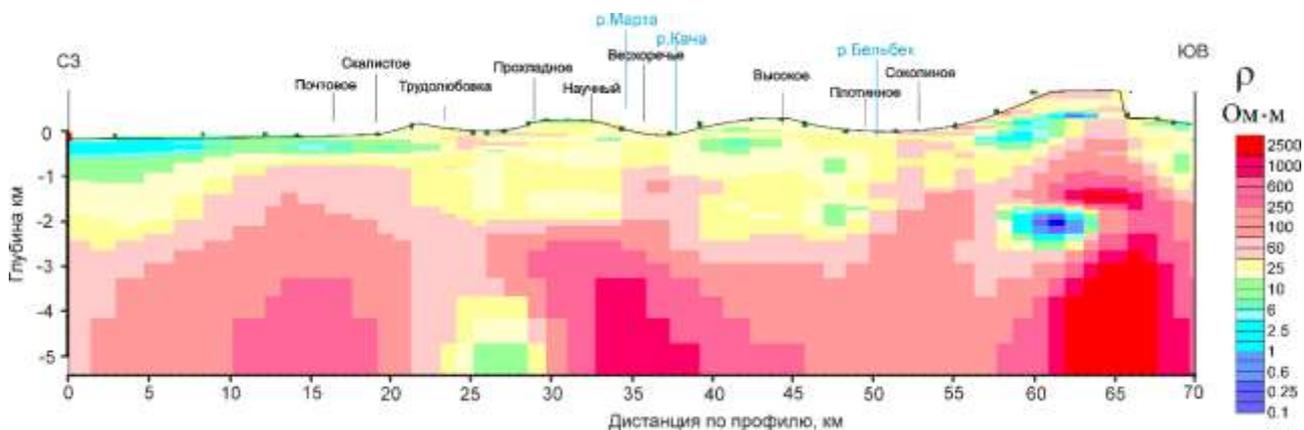


Рис. Геоэлектрический разрез Горного Крыма по данным МТЗ по профилю «Ялта-Новоселовка» до глубины 5 км.

Для того, чтобы построить детальную трёхмерную геоэлектрическую модель земной коры Горного Крыма, помимо проведения наблюдений по профилям, подобным профилю «Ялта-Новоселовка», необходимо также задать вмещающий региональный геоэлектрический разрез. Поскольку магнитотеллурическое поле, в отличие от поля искусственного источника, имеет региональный характер, то область влияния крупных и контрастных геоэлектрических неоднородностей довольно широка. В нашем случае к северу от Горного Крыма располагаются мощные проводящие осадочные толщи Скифской плиты и Индоло-Кубанского прогиба, а к югу – Черноморская впадина, заполненная морской водой и осадочными породами.

Для учёта их влияния были составлены карты суммарной продольной проводимости (S) верхнего проводящего слоя Крымского полуострова и Черноморской впадины. Карта S для Крымского полуострова была построена на основе большого объема архивных данных МТЗ, выполненных в равнинном Крыму. Карта S для Черноморской впадины была получена как сумма карт S_1 водной толщи и S_2 нижележащей осадочной толщи, которые, в свою очередь, были построены на основе данных батиметрии и глубинного сейсмического зондирования (ГСЗ). На Крымском полуострове максимальные значения S , до 4000 Сименсов, были получены в Индоло-Кубанском прогибе, на севере Керченского полуострова. В Черноморской впадине S повсеместно превышает 5000 Сименсов, достигая 7000 в центральной части.

Таким образом, нами были собраны имеющиеся данные о глубинном геоэлектрическом строении Крыма. Впервые выполнен детальный профиль МТЗ через Горный Крым, позволивший повсеместно выявить проводящие структуры на глубинах до 2-3 км, а также две более глубинные проводящие зоны. Для Крымского полуострова и Черноморской впадины построены карты суммарной продольной проводимости верхнего слоя, что позволит учесть региональные эффекты в магнитотеллурических данных.

Дальнейшие перспективы видятся в наращивании сети профилей МТЗ в Горном Крыму и построении детальной трёхмерной геоэлектрической модели земной коры Горного Крыма. Это должно существенно улучшить понимание глубинного геолого-геофизического строения региона, истории его формирования и современных глубинных геодинамических процессов.

Литература

1. Десятов Д.О., Пушкарев П.Ю., Рокитянский И.И., Яковлев А.Г. Магнитотеллурические зондирования на профиле Ялта-Новоселовка в Крыму. Геофизика, 2019, № 1, с. 13-20.
2. Десятов Д.О., Пушкарев П.Ю., Стафеев А.Н., Яковлев А.Г., Кулибаба А.Л. Модель глубинного строения Юго-Западного Крыма по геоэлектрическим данным. Материалы I Тектонического совещания «Проблемы тектоники и геодинамики земной коры и мантии». Москва, 2018, т. 1, с. 146-150.