УДК 550.837:550.8.05

И.С.ФЕЛЬДМАН
«Центр ЭМИ», Москва, Россия
Ю.М.ЭРИНЧЕК
Всероссийский научно-исследовательский геологический институт, Санкт-Петербург, Россия
А.С.ЕГОРОВ
Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет), Россия

НАУЧНО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ЦИФРОВОЙ БАЗЫ ДАННЫХ МАТЕРИАЛОВ ГЛУБИННОЙ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКИ ПО ТЕРРИТОРИИ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

Охарактеризована цифровая база данных материалов региональной электроразведки, охватывающая территорию Восточно-Европейской платформы и смежных Кавказской и Уральской складчатых областей, Скифской плиты и Тимано-Печорского региона Баренцевской складчатой области. Помимо первичной информации база данных включает результативные геоэлектрические карты и разрезы. Результаты их опытной геологической интерпретации свидетельствуют о том, что геоэлектрические данные обеспечивают: адекватное сейсмическим материалам моделирование осадочного чехла; более уверенное моделирование морфологии границ блоков и межблоковых (сутурных) зон консолидированной коры; выделение в верхней части разреза консолидированной коры ареалов развития древних вулканогенно-осадочных толщ.

The database of digitized regional electrical materials is described. The database covers territories of Ease-European platform and adjusting fold areas (Kuakas, east flank of Uralian fold area, Skiff plate and Timan-Pechora region of Barents fold area). Besides of primary information, the database includes resulting geoelectric maps and sections. The results of their experimental geological interpretation show, that geoelectric data provide: modeling of sedimentary cover which is adequate to seismic data; modeling of blocks and interblock (suture) zones boundaries, which is more reliable that seismic data interpretation; separation of ancient volcanogenic-sedimentary layer in the upper part of the consolidated crust.

В результате обобщения и переинтерпретации полевых материалов региональных электроразведочных работ, выполненных с 1960-х годов до 2003 г. на европейской части России, в Центре «ЭМИ» по заказу ФГУП «ВСЕГЕИ» разработана цифровая база данных электромагнитных исследований (EMBase) и произведена оцифровка фондовых (450 отчетов) и архивных материалов. Анализ, унификация, типизация, редакция и коррекция данных были выполнены с использованием оригинального комплекса специализированных программ, программных средств хранения и обмена данными. Созданная система позволяет постоянно пополнять базу данных новой информацией и включать ее в работу с целью уточнения геоэлектрической модели или ее расширения на вновь изученные территории. EMBase функционирует под управлением СУБД Sybase Server и позволяет организовать на основе ГИС-технологий содержательную обработку, анализ и интерпретацию унифицированных параметров. Эта работа выполнена по двум направлениям: интерпретация данных магнитотеллурического зондирования (МТЗ) по 12000 пунктам; обработка и интерпретация данных различных электроразведочных методов исследований (ТТ, МТП, КМТП, ВЭЗ, ДЭЗ, ЗС) по 150000

пунктам. Таким образом, база данных содержит различные слои данных, связанных с пикетом наблюдений: исходные, откорректированные и унифицированные, обработанные по определенным алгоритмам, результативные в виде геоэлектрических разрезов или геоэлектрических параметров. Последние используются для построения карт и глубинных разрезов различного содержания.

Построенные геоэлектрические разрезы осадочного чехла и земной коры выполнены по сети опорных профилей МТЗ общей длиною 12000 км и пересекают основные геологические структуры европейской части России. При проведении этих построений были использованы данные других электроразведочных методов (ТТ, МТП, КМТП, ЗС, ВЭЗ, ДЭЗ), которые интерпретировались на основе корреляционных связей с данными МТЗ.

Анализ геоэлектрических разрезов, выполненных по данным МТЗ, и их выборочная геологическая интерпретация показали, что в вертикальном сечении земной коры на большей части территории исследований в распределении сопротивлений уверенно проявляется характерная зональность (рис.1).

В верхней части разреза выделяется проводящий горизонт ($\rho < 25$ Ом·м), который для большей центральной части Европейской России соответствует осадочным образованиям платформенного чехла, включая венд-рифейские образования. В нижней части осадочного чехла сопротивление возрастает от среднего для центральной части Европейской России уровня 3-6 до 12-15 Ом·м в Тимано-Печорском регионе, Поволжье и на Предкавказье и увеличивается до 50-60 Ом·м в Предуралье и Прикаспии.

Столь же уверенно картируется поверхность высокоомного горизонта, отвечающего, скорее всего, кристаллической части земной коры. Сопротивление отдельных горизонтов осадочного чехла существенно изменяется в латеральном измерении. Поэтому суммарная проводимость всего чехла зависит от его мощности, подчеркивая крупные осадочные бассейны. Локальные аномалии определяются, в первую очередь, изменением литологии и соотношением

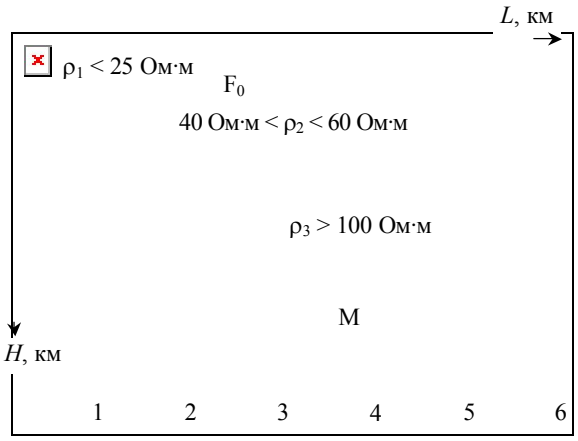


Рис.1. Обобщенный геоэлектрический разрез земной коры

1 – верхнекоровый проводящий горизонт (платформенный чехол); 2 – промежуточный относительно проводящий горизонт; 3 – высокоомный горизонт; 4 – наклонная сквозькоровая проводящая зона; 5 – поверхность консолидированного фундамента; 6 – граница Мохоровичича

мощностей отдельных стратиграфических горизонтов. Значительное возрастание интегральной проводимости определяется появлением в низах осадочного чехла терригенных отложений нижних горизонтов среднего девона, венда и рифея.

Между подошвой осадочного чехла и высокоомными образованиями кристаллического фундамента, практически для всей территории исследований, выявлен так называемый промежуточный, относительно проводящий горизонт в верхней части фундамента с сопротивлением 30-60 Ом·м. Данный горизонт в ряде мест вуалирует кровлю консолидированного фундамента, а на ряде участков практически сливается с проводящими образованиями осадочного чехла. Его мощность изменяется от нескольких сотен метров до 12 км. Глубина поверхности этого горизонта изменяется от 0,5 км на крупных сводовых поднятиях фундамента до 30 км в синеклизах и прогибах. Под горными сооружениями Кавказа и Урала эта граница на ряде сечений погружается на глубину более 20 км. По территории европейской части России построено несколько карт, отражающих отмеченные выше особенности геоэлектрического разреза осадочного чехла, фундамента и земной коры данной территории.

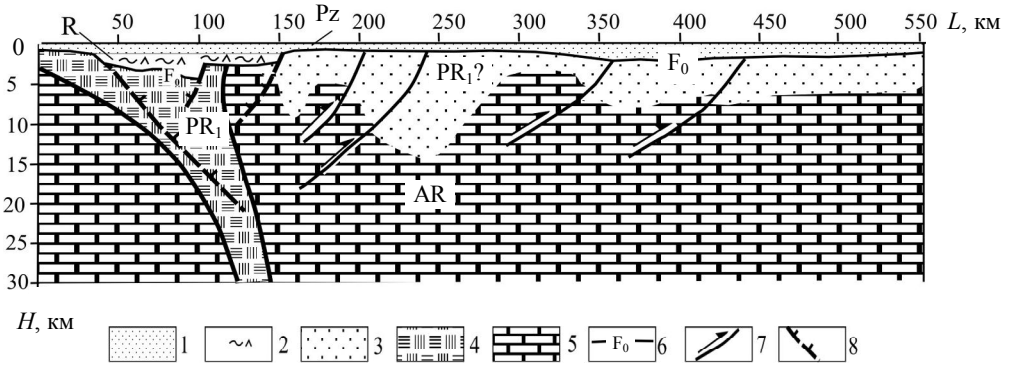


Рис.2. Результаты геологической интерпретации по линии профиля 1
1-5 – структурно-вещественные подразделения земной коры (1 – осадочные образования платформенного чехла, 2 – осадочно-вулканогенные комплексы рифейских авлакогенов, 3 – промежуточный комплекс верхней части консолидированного фундамента, 4 – вулканогенно-осадочные комплексы межблоковых сутурных зон, 5 – комплексы кристаллической земной коры); 6 – поверхность консолидированного фундамента; 7-8 – разрывные нарушения (7 – надвиги, 8 – сбросы)

Опытная оценка геологической информативности полученных геоэлектрических данных выполнена нами вдоль нескольких профилей, пространственно приближенных к ранее составленным геолого-геофизическим разрезам вдоль профилей, отработанных методами глубинного сейсмического зондирования и обменных волн землетрясений (ГСЗ-МОВЗ) и методом отраженных волн общей глубинной точки (МОВ-ОГТ)*. Эти профили пересекают разнотипные структуры Восточно-Европейской платформы и смежные складчатые области.

Представленный на рис.2 разрез выполнен вдоль геоэлектрического профиля 1. Профиль пересекает осадочный прогиб платформенного чехла, в осевой части которого располагается Пачелмский авлакоген. На глубинных уровнях земной коры главными объектами геологической интерпретации являются структуры Волго-Уральского и Сарматского геоблоков архейской коры и разделяющая их раннепротерозойская Торопец-Рязанская сутурная зона.

На геоэлектрическом разрезе рифейско-палеозойский платформенный чехол выделяется как горизонт с пониженным сопротивлением ($\rho < 10$ Ом·м). Сутурная зона проявляется как наклонная зона пониженного сопротивления (20-40 Ом·м) на фоне высокоомных (80-200 Ом·м) смежных Волго-Уральского и Сарматского геоблоков. Следует отметить, что проявление этой структуры на разрезе МТЗ значительно более уверенное в сравнении с разрезом МОВ-ОГТ по линии профиля 1-ЕВ. Эту относительно простую картину осложняет зона мощностью до 10 км с переходными значениями сопротивления (25-40 Ом·м), отвечающая верхним горизонтам раннедокембрийского консолидированного фундамента. Пониженные значения удельного электрического сопротивления этого горизонта указывают на его первично-осадочный генезис. Можно высказать предположение о том этот горизонт отвечает ареалу развития образований супракрустальной толщи позднеархейского или, что более вероятно, нижнепротерозойского возраста.

Интерпретационный геолого-геофизический разрез, составленный вдоль линии геоэлектрического профиля 22, пересекает раннепротерозойские структуры Свекофеннской складчатой области и Средне-Русского складчатого пояса (рис.3).

Как и в сечении по профилю 1, в верхах консолидированной коры выделяется проводящий горизонт (30-60 Ом·м). И в этом случае мы предполагаем его взаимосвязь с

* *Егоров. А.С.* Глубинное строение и геодинамика литосферы Северной Евразии (по результатам геолого-геофизического моделирования вдоль геотраверсов России / Всерос. науч.-исслед. геол. ин-т. СПб, 2004. 200 с.

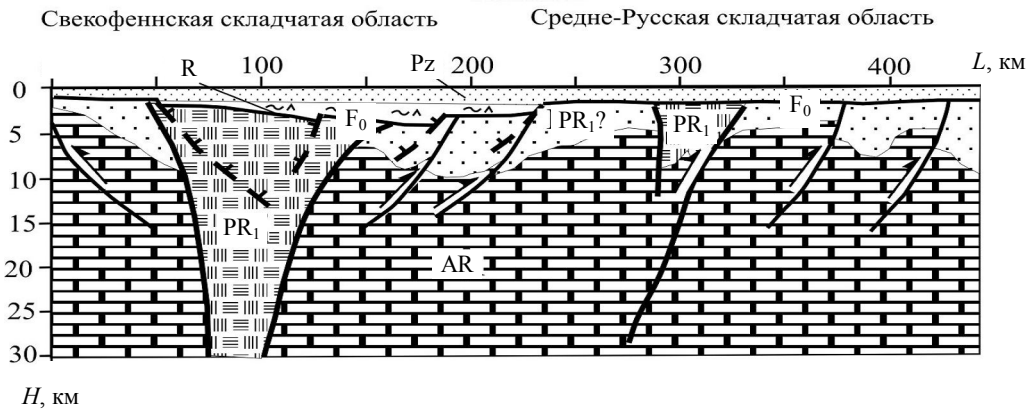


Рис.3. Результаты геологической интерпретации по линии профиля 22
(условные обозначения см. рис.2)

супракрустальной толщей первично-осадочного генезиса позднеархейско-нижнепротерозойского возраста. При аргументации этого вывода приходится принимать во внимание несколько соображений. Прежде всего, следует отметить, что такие пониженные значения сопротивления характерны главным образом для осадочных (первично-осадочных) образований. Значения сопротивления первично-осадочных толщ повышаются в соответствии с возрастанием интенсивности их метаморфических и метасоматических преобразований.

Следует учесть и результаты широкомасштабных исследований, проведенных в пределах Кольского полуострова А.А.Жамалетдиновым*. Эти исследования показали, что электронопроводящие породы наиболее широко проявлены в протерозойских и верхнеархейских интенсивно дислоцированных супракрустальных (первично-осадочных) комплексах. По результатам изучения тонкой структуры их проводимости было установлено, что основную роль в образовании токопроводящих каналов играют графит и графитоподобное углеродистое вещество, находящееся в тонкодисперсной форме.

Электронопроводящие породы широко проявлены и в более древних позднеархейских породах – гнейсах, гранулитах, сланцах, что связывается с их первично-осадочным происхождением. Нижняя граница электронопроводящих пород в ряде исследований используется в качестве репера для отделения супракрустальной толщи фундамента от нижележащей первично-магматической коры.

Разрез молодой (эпиальпийской) Кавказской складчатой области и эпигерцинской Скифской плиты представлен сечением вдоль геоэлектрического профиля 16 (рис.4). В соответствии с геоэлектрическими данными в рассматриваемом сечении намечено положение высокоомных блоков (палеоплит) и низкоомной Закавказской межблоковой (сутурной) зоны. В разрезе Скифской плиты по этим данным достаточно уверенно выделены границы слоя осадков мезозоя – кайнозоя (до 4 км) и намечен ареал развития подстилающих палеозойских отложений мощностью до 7 км.

Выводы

1. Формирование базы данных геоэлектрических съемок по европейской части России существенно расширяет возможности глубинного геологического моделирования структур платформенного чехла и консолидированного фундамента древней Восточно-Европейской платформы и обрамляющих ее фанерозойских складчатых областей и может обеспечить построение глубинных разрезов вдоль имеющейся предста-

* *Жамалетдинов А.А.* О моделях глубинной электропроводности Балтийского щита / А.А.Жамалетдинов, С.Э.Хьелт // Глубинная электропроводность Балтийского щита / Кольск. фил. АН СССР. Петрозаводск, 1986. С.56-69.

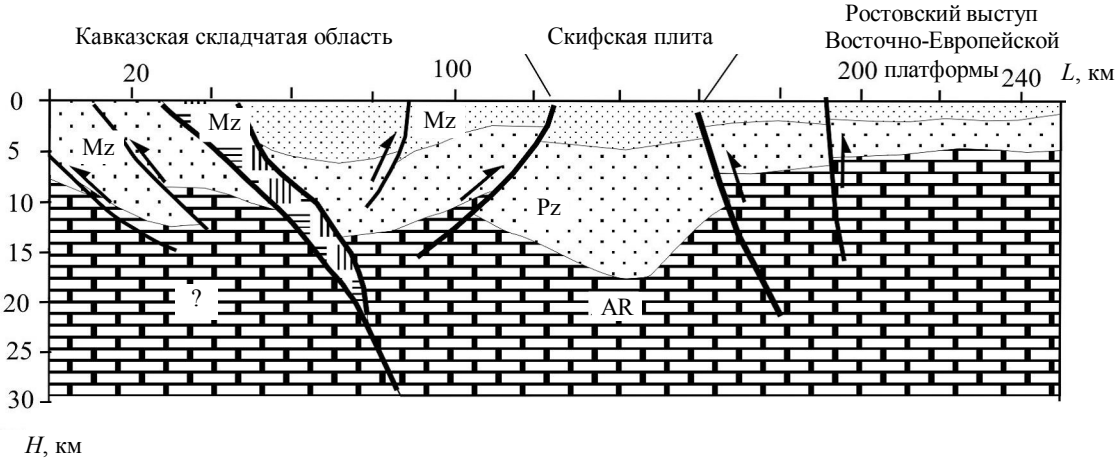


Рис.4. Результаты геологической интерпретации по линии профиля 16 (условные обозначения см. рис.2)

вительной системы совмещенных сейсмических и геоэлектрических профилей.

2. Составленные геоэлектрические разрезы обеспечивают:

– согласованное с сейсмическими и другими геофизическими данными моделирование осадочного чехла;

– более уверенное моделирование морфологии сутурных межблоковых зон, выполненных осадочно-вулканогенными образованиями раннепротерозойского возраста;

– выделение в верхней части разреза консолидированной коры ареалы развития вулканогенно-осадочных толщ; в разрезе Восточно-Европейской платформы это, предположительно, супракрустальные (первично-осадочные) толщи позднеархейско-раннепротерозойского возраста; в пределах обрамляющих фанерозойских складчатых областей – это деформированные и метаморфизованные осадки рифейско-палеозойского возраста.