УДК 550.837+552.08:53(3)

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОТНОСТИ В ВЕРХНИХ ЧАСТЯХ ЗЕМНОЙ КОРЫ ТАГИЛЬСКОЙ МЕГАЗОНЫ НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ И ГРАВИТАЦИОННЫХ ДАННЫХ (Вижайский профиль)

Сурина О.В., Дьяконова А.Г. – Институт геофизики УрО РАН, Екатеринбург

Аннотация. В результате обработки экспериментального материала и интерпретации данных с использованием численного моделирования электромагнитных полей построен геоэлектрический разрез верхней части литосферы по Вижайскому профилю. Согласно разработанной ранее методике на основе результатов геоэлектрики с привлечением гравитационных данных построена электрогравитационная модель строения земной коры. Полученные данные позволят дополнить, а в ряде случаях уточнить имеющуюся геолого-геофизическую информацию о составе и строении Тагильской мегазоны в северном сечении Урала.

Тагильский мегасинклинорий, электромагнитное зондирование, геоэлектрический разрез, удельное электрическое сопротивление, плотность, интерпретация, электрогравитационная модель.

MODELING OF DENSITY DISTRIBUTION IN THE UPPER PARTS OF THE EARTH'S CRUST OF THE TAGIL MEGAZONE ON THE BASIS OF ELECTROMAGNETIC AND GRAVITATIONAL DATA (Vizhay profile)

Surina O.V., Dyakonova A.G. – Institute of Geophysics UB RAS, Yekaterinburg

Abstract. As a result of processing of experimental materials and interpretation of data with use of computational modeling of electromagnetic fields the geoelectric section of the upper part of the lithosphere along Vizhay profile is constructed. The electrogravitational model of the Earth's crust on the basis of geoelectric structure using gravity data is constructed according to the technique developed earlier. The received data allows to replenish, and in a number of cases to specify available geological and geophysical data on composition and structure of the Tagil megazone in the northern section of the Urals.

Tagil Megasynclinorium, electromagnetic sounding, geoelectric section, specific electrical resistivity, density, interpretation, electrogravitational model.

Введение

Объектом исследований выбрана территория северного сегмента Тагильского мегасинклинория. За многолетний период изучения этой структуры накоплен обширный геолого-геофизический материал, однако взгляды на историю ее формирования несколько противоречивы. Характерной особенностью Тагильской мегазоны является преобладающее развитие вулканогенных комплексов (Каретин, 2000; Бороздина и др., 2010). Недостаточная изученность физических свойств, слагающих, в том числе эти комплексы горных пород, приводит к неоднозначным толкованиям результатов, получаемых по данным различных геофизических методов. Между тем физические свойства горных пород являются основным связующим параметром, необходимым для наиболее обоснованной интерпретации геофизических полей. От этого зависят наши представления о геологическом строении объекта исследований как при поисково-разведочных, так и региональных работах.

Задача построения плотностных моделей земной коры по результатам геофизических исследований является одной из наиболее актуальных. Поскольку аномалии наблюденного гравитационного поля можно объяснить распределением масс в приповерхностном (гравиактивном) слое, мощностью порядка 15–20 км (Красовский, 1989; Ананьева и др., 2008), то очевидно, что без привлечения дополнительной информации о морфологических осо-

бенностях исследуемого участка работ, корректно проинтерпретировать аномалии поля силы тяжести от глубоко залегающих объектов крайне тяжелая задача. Прежде всего, это связано с неоднозначностью решения обратных задач гравиметрии. В процессе проведения региональных электромагнитных исследований в Уральском регионе была обнаружена пространственная связь аномалий гравитационного поля с особенностями расслоенности коры по электрическим параметрам. Это послужило основанием для разработки нового подхода к моделированию распределения плотности в верхних частях земной коры, основанного на результатах электромагнитных исследований и гравитационных данных при построении согласованных электрогравитационных моделей. В данной работе реализуется предложенный нами принцип построения электрогравитационной модели на примере Вижайского геотраверса.

Краткая характеристика геологического строения исследуемой территории

Тагило-Магнитогорское погружение – это крупнейшая палеозойская отрицательная структура Уральского складчатого пояса, которая включает два крупнейших мегасинклинория или прогиба: Тагильский на севере и Магнитогорский на юге. Западная граница погружения совпадает с западной границей восточного палеостроводужного сектора Урала, восточная граница палеозойского погружения проходит по Серовско-Маукскому глубинному разлому.

Тагильский мегасинклинорий приурочен к Среднеуральскому и Северо-Уральскому блокам, для которых характерен преимущественно фемический тип коры, что определяет значительный объем интрузивного магматизма с повышенными средними плотностями и, следовательно, с преобладанием высоких значений аномалий силы тяжести.

В гравитационном поле Тагильский прогиб в направлении с запада на восток уверенно делится на три зоны – Западную, Центральную и Восточную, резко отличающиеся по характеру аномалий силы тяжести над ними и по особенностям геологического строения.

В прогибе развиты вулканиты преимущественно основного и среднего состава, вулканогенно-осадочные образования – туфы, туффиты, туфопесчаники, кремнисто-глинистые сланцы, а также осадочные породы – известняки песчаники, алевролиты, конгломераты и аргиллиты силурийского, девонского и нижнемелового возраста. Среди интрузивных пород преобладают массивы основного состава, представленные габброидами, габбро-амфиболитами, габбро-норитами и габбро-диабазами. Диориты обычно приурочены к краевым частям массивов или образуют небольшие по размерам и сложные по составу габбро-диорит-плагиогранитные массивы в осевой части прогиба (Каретин, 2000; Бороздина и др., 2010).

Анализ физических параметров

Изучением физических свойств на Урале в течение многих лет занимался большой коллектив исследователей: Е.М. Ананьева, М.В. Карманова, Е.Б. Горонович, Т.А. Пестрецова, Ю.Н. Горбачев, В.С. Зонов, С.В. Шебухова, В.С. Дружинин, Н.А. Плохих и многие другие.

В рамках настоящих исследований была проведена большая работа по обобщению информации о петрофизических параметрах горных пород по литературным, фондовым материалам, а также опубликованным работам, включая монографические издания (Сурина и др., 2012; Сурина, Дьяконова, 2015), полученной в результате:

– каротажных исследований (плотностной гамма-гамма каротаж, КС, БКЗ), достоверность которых в естественных условиях зависит от многих факторов: глубина, механическое состояние скважины, ее диаметр, размер зонда и др.;

– лабораторных измерений плотности, пористости и удельного электрического сопротивления на образцах с изучением петрографического и минералографического определения горных пород. Это важный этап исследований, однако, свойства образцов не всегда отражают свойства породы, находящейся в естественном залегании

в условиях обводненности, механических, тепловых напряжений и других деструктивных факторов.

Учитывая направленность работы, были исследованы преимущественно электрические и плотностные характеристики интрузивных, эффузивно-осадочных и эффузивных, метаморфических и осадочных образований и их зависимости от пористости (Физические свойства … , 1967; Семенов, 1970; Физические свойства … , 1976; Методические рекомендации … , 1983; Ананьева и др., 2008).

Плотность является одной из наиболее значимых физических характеристик горных пород. Это один из основных параметров, используемых при интерпретации результатов геофизических исследований, поскольку позволяет охарактеризовать структурно-вещественный состав горных пород, их метасоматические изменения, определить пористость и природу гравитационных аномалий и тем самым получить информацию о глубинных особенностях геологического строения земных недр.

По данным электромагнитных методов имеется возможность изучить электропроводность горных пород, которая в верхних горизонтах разреза обусловлена в основном движением ионов в поровой воде (свободной и связанной), которая отличается значительно более низким удельным электрическим сопротивлением, чем минеральный скелет большинства горных пород, следовательно, степень пористости, трещиноватости (нарушенности), обводненности и проницаемости среды, а также минерализация поровых вод являются преобладающими факторами, оказывающими влияние на изменение электрического сопротивления горных пород.

Важной особенностью данной работы является обобщение фактических материалов, полученных в результате измерений физических свойств образцов керна глубоких скважин по ряду месторождений Урала (Редозубов, 1975). Выявлена зависимость между плотностью, удельным электрическим сопротивлением и пористостью по одним и тем же образцам горных пород (более 5000 определений). Сопоставление значений удельного электрического сопротивления и пористости эффузивных пород (кайнотипных и палеотипных) указывает на наличие корреляционной зависимости между этими параметрами (рис. 1, *а*), а для плотности и пористости, измеренных на тех же образцах горных пород, такой зависимости не наблюдается (рис. 1, *б*). Зависимость построена для значений пористости от 0,1 до 2,6 %, поскольку более высокой пористостью обладали лишь единичные образцы. Коэффициенты корреляции между удельным сопротивлением и пористостью варьировали от 0,77 до 0,93 (577 определений). В данных условиях наиболее информативным параметром является удельное электрическое сопротивление, которое изменяется в зависимости от пористости на несколько порядков.

Таким образом, в результате проведенных исследований проанализированы сведения об удельном электрическом сопротивлении, плотности и пористости магматических, метаморфических и осадочных пород Урала, а также исследованы зависимости между этими физическими параметрами. Приведенные данные наглядно демонстрируют, что пористость водонасыщенных горных пород однозначно отражается на величине удельного сопротивления, даже у пород с уплотненными текстурами и на плотности для пород с пористыми текстурами (осадочные образования, кайнотипные эффузивы). Пористость менее 4 % практически не отражается на величине плотности изверженных пород, из чего следует, что изучение такого параметра горных пород, как удельное электрическое сопротивление, позволяет получать обоснованное представление о нарушенности и проницаемости среды, особенностях структурно-тектонического и геологического строения земных недр (Сурина и др., 2012; Сурина, Дьяконова, 2015).

Разработка электрогравитационной модели

Основу для разработки электрогравитационной модели составил экспериментальный материал, полученный сотрудни-

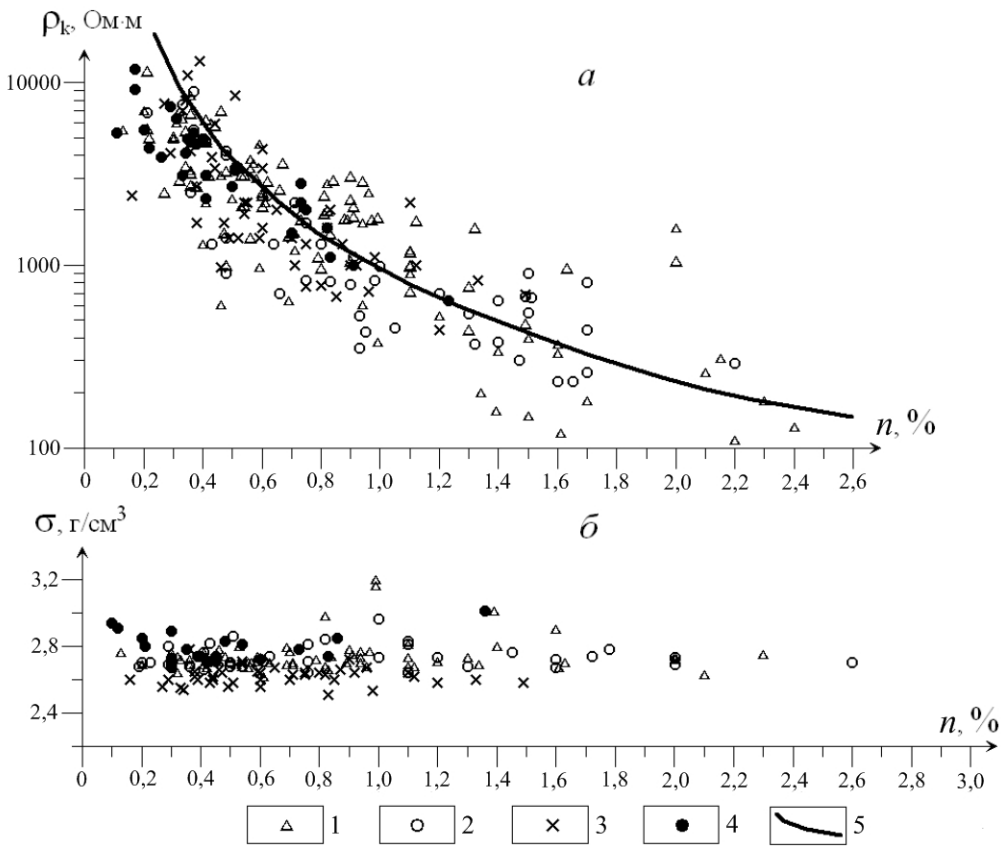

Рис. 1. Зависимость удельного электрического сопротивления (*а*) и плотности (*б*) от пористости (по материалам И.И. Бреднева и А.А. Редозубова):
1 – туфы и туфобрекчии смешанного состава; 2 – кварцевые альбитофиры; 3 – кварцевые плагиопорфиры; 4 – диабазы; 5 – обобщенная эмпирическая зависимость, рассчитанная для различных по составу пород вмещающих ряд месторождений Южного Урала

ками лаборатории электрометрии Института геофизики УрО РАН методами геоэлектрики (ИЭМЗ-АМТЗ-МТЗ-ГМТЗ) в северном сегменте Тагильского мегасинклинория. Выбор протяженности трассы исследований (Вижайский профиль) диктовался условиями местности – наличием проезжих дорог для автотранспорта (рис. 2). В западной части профиль упирался в перевал Молебный (Главный водораздельный хребет Урала), а на востоке – в заболоченный водораздел рек Сосьва – Тавда. Пункты зондирований были привязаны к структурно-вещественным комплексам пород. Методические основы построения геоэлектрических разрезов, включая комплексирование методов геоэлектрики, обработку экспериментального материала и интерпретацию данных на современном уровне с использованием численного моделирования электромагнитных полей, описаны в опубликованных работах (Дьяконова и др., 2007а; 2007б).

Согласно разработанной ранее методике (Сурина и др., 2012; Сурина, 2012; Сурина, Дьяконова, 2013) моделирования распределения плотности верхней части земной коры в блоках, выделенных по электромагнитным данным, с помощью модулей программных средств, интегрированных в GIS ArcView, выполнена интерпретация поля силы тяжести в двумерном варианте (рис. 3, *в*, цветная вкладка). В качестве экспериментального поля использована аномалия Буге масштаба 1:1000000. Геологические образования в модели рассматриваются как совокупность полигональных объектов произвольного сечения с неограниченным числом вершин, каждый из которых наделен постоянной плотностью и намагниченностью. Это дает возможность получать в цифровом виде коор-

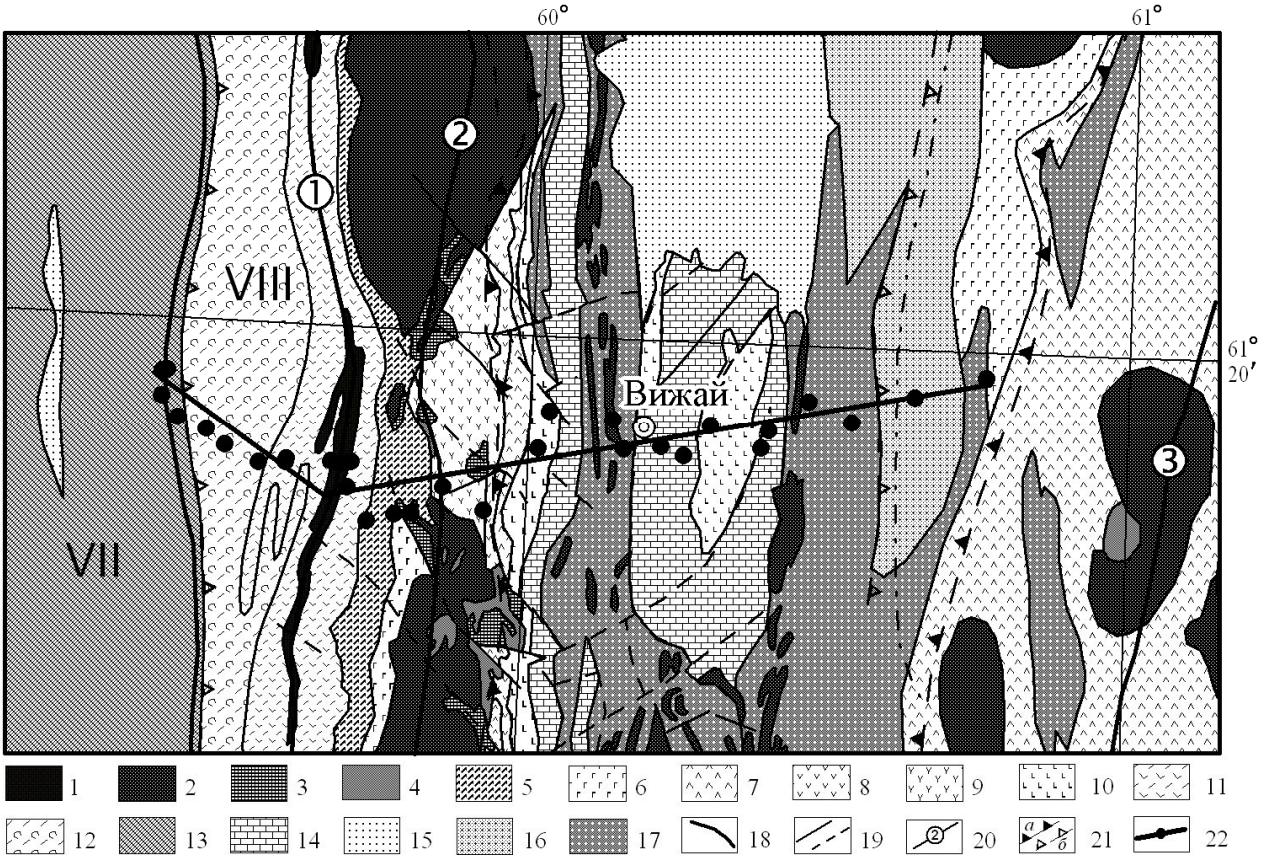

Рис. 2. Схематическая геологическая карта домезозойского складчатого фундамента Урала (Схематическая … , 1979):

1 – перидотиты, сильно серпентинизированные ультрабазиты, серпентиниты; 2 – габбро, габбро-нориты, габбро-диабазы; 3 – плагиограниты, гранодиориты; 4 – диориты, диоритовые порфириты; 5 – амфиболиты, амфиболовые сланцы; 6 – базальты, диабазы, базальтовые порфириты, спилиты; 7 – андезито-базальтовые, базальтовые порфириты, их туфы, туфобрекчии, туффиты, туфопесчаники; 8 – андезитовые, андезито-дацитовые порфириты и их туфы; 9 – диабазы, базальтовые порфириты, спилиты, кварцевые альбитофиры; 10 – трахибазальтовые и базальтовые порфириты; 11 – зеленые сланцы; 12 – филлитизированные парасланцы разного состава; 13 – филлитизированные парасланцы разного состава, зеленые сланцы, слюдистые кварциты, кварцито-песчаники; 14 – известняки; 15 – валунные супеси, пески, конгломераты, песчаники; 16 – песчаники, алевролиты, аргиллиты, глинистые сланцы; 17 – осадочно-вулканогенные толщи: туфы разного состава, туфопесчаники, туффиты, кремнистые и глинистые сланцы; 18 – граница структур I порядка: VII – Центрально-Уральское поднятие, VIII – Тагильская мегазона; 19 – тектонические нарушения достоверные и предполагаемые; 20 – осевые линии зон глубинных разломов, фиксированные интрузиями: ① – Салатимский, ② – Платиноносный, ③ – Серовско-Маукский; 21 – разрывные нарушения сбросового характера: *а* – достоверные, *б* – предполагаемые; 22 – профиль с пунктами зондирований

динаты всех вершин и с помощью математического блока рассчитывать модельные кривые. Расчетный блок программы основан на формулах для комплексного логарифмического потенциала притяжения и формулах Пуассона-Этвеша для составляющих магнитной индукции. Используя функции ввода и редактирования данных системы ArcView, отклонения модельной кривой от экспериментальной минимизируются за счет положения и угла наклона изменяемых контактов, коррекции значений избыточной плотности и введения предполагаемых глубинных объектов по геолого-геофизическим данным. В процессе интерпретации был осуществлен подбор кривой поля силы тяжести.

Особенностью выполнения расчетов гравитационной модели являлась соразмерность линейных масштабов в горизонтальном и вертикальном направлениях, поэтому пришлось трансформировать глу-

бинный разрез по данным магнитотеллурики (построение которого предусматривало логарифмический вертикальный масштаб) в линейный. Однако детали расслоенности осадочных образований в верхних частях разреза, более четко проявленные в геоэлектрическом разрезе (рис. 3, *б*, цветная вкладка), были учтены при построении согласованной электрогравитационной модели (рис. 3, *д*, цветная вкладка).

Значения плотности и удельного электрического сопротивления в представленной электрогравитационной модели согласуются с оценками данных физических параметров по результатам электроразведочных работ методами постоянного тока (ВЭЗ, БКЗ и каротажа скважин) и петрофизическим исследованиям на образцах горных пород (таблица). В целом, электрогравитационная модель носит обобщающую пространственную характеристику рассматриваемой территории, поскольку пункты зондирования местами располагаются на значительном удалении от профиля и могут отражать детали различной литологии горных пород.

Краткая геологическая интерпретация полученных результатов

Западный отрезок профиля (пункты 1–10) расположен в пределах палеоконтинентального сектора Урала, который представляет собой пассивную окраину Восточно-Европейской платформы с преимущественным распространением терригенных образований верхнего докембрия (?) – нижнего палеозоя, метаморфизованных в зеленосланцевой фации, среди которых выделяется ряд свит и формаций. Эти структуры занимают наиболее гипсометрически приподнятую часть Уральских гор и в геоэлектрической модели (см. рис. 3, *б*, цветная вкладка) выделяются единым мо-

Таблица. Вещественный состав пород и средние значения плотностей по результатам моделирования

Геологические комплексы	Избыток (дефицит) плотности по результатам моделирования $\Delta\sigma$, г/см^3	$\overline{\sigma}^*$, г/см^3
Осадочный чехол: пески, глины, мергели, опоки	–0,42…–0,25	2,34
песчаники, алевролиты, аргиллиты, глинистые сланцы	–0,12…–0,09	2,56
Филлитизированные парасланцы разного состава, слюдистые кварциты, кварцито-песчаники	–0,12…–0,03	2,55…2,64
Базальты, спилиты, андезито-базальтовые, базальтовые порфириты и их туфы	–0,07…0,03	2,60…2,70
Осадочно-вулканогенные толщи: туфы разного состава, туфопесчаники, туффиты, кремнистые и глинистые сланцы	–0,05…0,05	2,62…2,72
Известняки	–0,02…0,0	2,66
Зеленые сланцы	–0,03…0,05	2,68
Серпентиниты, серпентинизированные ультрабазиты	–0,02…0,09	2,65…2,76
Плагиограниты, гранодиориты	0,0…0,05	2,71
Диабазы, трахибазальтовые порфириты, кварцевые альбитофиры	0,03…0,13	2,70…2,80
Амфиболиты, амфиболовые сланцы	0,05…0,13	2,72…2,80
Диориты, диоритовые порфириты, перидотиты	0,11…0,13	2,79
Габбро, габбро-нориты, габбро-диабазы	0,11…0,23	2,84

* – плотность определена исходя из средней плотности пород до кровли консолидированного фундамента 2,67 г/см^3 (Красовский, 1989).

нолитным блоком с высоким удельным сопротивлением (10000 Ом·м и более) до глубин порядка 8–10 км. Средние значения плотности здесь, согласно плотностной модели, варьируют от 2,55 до 2,72 г/см^3. Коровый проводящий слой на глубине 10 и более километров, который широко представлен в области глубинных разломов и фрагментарно присутствует в восточной части профиля, вероятнее всего, связан с вертикальной реологической (гидродинамической) неоднородностью коры и является зоной отделителя по С.Н. Иванову, т. е. фиксирует зону перехода от гидростатического давления на флюид к литостатическому (Иванов, 1998). Плотность пород в данной части профиля на глубине свыше 10 км составляет 2,80–2,90 г/см^3.

Главный Уральский глубинный разлом (пункты 10–13) является одной из наиболее значимых структурных зон Земли, тектонотипом глубинных разломов и представляет собой западную границу между палеоконтинентальным и палеоостроводужным (восточном) секторами Урала. Для него характерно широкое развитие серпентинитового меланжа и мегабрекчий. В восточном крыле Главного Уральского глубинного разлома (ГУГР) наблюдаются офиолиты, в том числе габбро-гипербазитовые массивы Салатимской зоны. Отличительной чертой Салатимской зоны является высокая степень деформаций всех развитых здесь геологических образований, что определяется ее положением в области главного коллизионного шва Урала. Рассматриваемая полоса представляет собой типичную зону смятия, сложенную осадочными и вулканогенными толщами ордовика, сформировавшимися в процессе раскрытия Уральского палеоокеана, и которые впоследствии преобразованы в сланцы, раздроблены и будинированы, также характерно широкое развитие мегабрекчий и участков дислокационного метаморфизма. В геоэлектрической модели Салатимская зона представлена проводящей субвертикальной вставкой (ρ = 10…400 Ом·м), уходящей на большие глубины и совпадающей на поверхности с ГУГРом. Наряду с главной вертикальной проводящей зоной прослеживается менее мощная, падающая на восток зона пониженного сопротивления. Эта зона сочленяется с вертикальной в приповерхностной области и ниже, отклоняясь на восток, достигает глубины примерно 20–30 км (см. рис. 3, *б*, цветная вкладка). По геологическим данным в Главном Уральском глубинном разломе совмещены несколько разломов разного возраста и различной генетической природы. Электромагнитные данные подтверждают этот вывод. Плотность пород в этой зоне аномально высокой проводимости составляет 2,72–2,87 г/см^3.

Платиноносный пояс (пункты 14–18) является крупнейшим магматическим комплексом Урала. Он расположен восточнее Главного Уральского разлома, на западе Тагильской вулканогенной магазоны и состоит из протяженной цепи массивов, сложенных дунитами, клинопироксенитами, оливиновыми габбро, габбро-норитами и гранитоидами. Габброиды слагают более 80 % объема пояса. Средняя плотность пород здесь варьирует от 2,60 до 2,90 г/см^3. В геоэлектрической модели зона пояса выглядит как высокоомный блок, постепенно погружающийся в восточном направлении. Наиболее примечательной особенностью этой части профиля является наличие крупной субвертикальной проводящей зоны, ограничивающей блок Платиноносного пояса с востока и протягивающейся на значительную глубину (Дьяконова и др., 2007в).

Центральная и восточная части Тагильской вулканогенной мегазоны (пункты 19–26) представляет собой вытянутую вдоль меридиана 60° в. д. синформу. Преобладающим развитием в ее пределах пользуются интрузивные массивы и вулканиты силурийского возраста. Значительно реже распространены девонские эффузивы, их интрузивные аналоги и различные вулканогенно-осадочные и осадочные породы, а также терригенные толщи, сформировавшиеся за счет разрушения вулканических построек (кремнистые сланцы, яшмоиды, известняки, доломиты и др.).

Отмечается асимметричность общего геологического строения мегазоны. Имеют место крутопадающие навстречу друг другу толщи в краевых частях и полого залегающие вулканогенно-осадочные комплексы в центральной части мегазоны. В целом вулканиты Тагильской зоны образуют единый формационный ряд развивающейся островодужной системы. Геоэлектрический разрез Тагильской мегазоны характеризуется достаточно сложным мозаично-блоковым строением, при котором крупные участки с высоким удельным сопротивлением (2500–10000 Ом·м и более) чередуются с субвертикальными и наклонными проводящими зонами. При этом первые отождествляются нами с блоками высокоомных пород, представленных известняками и сравнительно ненарушенными вулканогенными образованиями, тогда как проводящие зоны, вероятно, маркируют крупные блоки тектонически нарушенных пород, сопровождаемые пластинами меланжированных серпентинитов и углистых сланцев. Согласно электрогравитационной модели диапазон средних плотностей пород в этой части профиля составляет 2,60–2,80 г/см^3. В восточной части Тагильской мегазоны (пункты 23–26) на глубине 2–3 км выделяется ослабленная зона низкого удельного сопротивления с плотностью пород 2,69–2,72 г/см^3, образование которой, по всей видимости, связано с позднепалеозойской коллизией и развитием континентальной окраины (Дьяконова и др., 2007в).

Зона сочленения Урала и Западно-Сибирской платформы (пункты 26–31). Изучение природы формирования восточной границы Уральского складчатого пояса всегда было одной из наиболее трудных и неоднозначных задач в тектонике региона. На исследуемой территории по геологическим данным выделяются три структурных этажа. Нижний структурный этаж – это палеозойский Урал, представленный Тагильской мегазоной. Основной структурой среднего этажа является триасовый Северо-Сосьвинский грабен, отчетливо выраженный в гравитационном поле как область пониженных значений силы тяжести. Границы грабена тектонические, что особенно четко устанавливается на его западном крае, к которому приурочены ряд крупных линейных тел серпентинитов. Верхним структурным этажом являются юрские и более молодые осадки Западно-Сибирского мегабассейна. Юрские отложения выходят на поверхность вдоль восточного склона Урала в виде узкой полосы. Наиболее ярко в электромагнитном поле проявляется присутствие сброса (по всей видимости, листрического), начинающегося в районе пунктов наблюдения 26–27 и прослеживающегося на большие глубины (Дьяконова и др., 2007 в). Восточнее четко вырисовывается грабенообразная структура с многочисленными сбросами и, судя по величине удельного электрического сопротивления, до глубин порядка 3 км заполнена типично осадочными и терригенными породами с плотностью 2,28–2,58 г/см^3. В приповерхностных толщах грабена (200–500 м) можно предположить присутствие сильно минерализованных глин, песков или углистых сланцев (ρ = 1…10 Ом·м).

Заключение

В данной работе представлен новый подход к интерпретации результатов комплексных геофизических исследований. С этой целью привлекались материалы двух независимых методов: геоэлектрики и гравиметрии. На основании анализа эмпирической зависимости физических параметров удельного электрического сопротивления, плотности и пористости горных пород обосновывается переход к петрофизической и структурно-тектонической трактовке полученных результатов.

В результате построения согласованной электрогравитационной модели получены ценные сведения о расслоенности и обоснованные оценки вещественного состава горных пород верхних частей земной коры, которые позволят дополнить, а в ряде случаях уточнить имеющуюся геолого-геофизическую информацию о составе и строении Тагильской мегазоны в северном сечении Урала.

Важной особенностью геоэлектрического разреза Вижайского профиля является то, что здесь наклонные разломные зоны, формировавшиеся в обстановке сжатия (коллизии), секутся субвертикальными разломами сдвиговой природы, следовательно, последние являются более молодыми. Наиболее значимый результат получен в восточной части профиля. Здесь вблизи границы «открытого» Урала и Западной Сибири выделяется мощная пограничная структура (разломная зона листрического характера), прослеживающаяся на большие глубины, вплоть до астеносферного проводника. Эта зона сопровождается многочисленными сбросами, в восточном ее крыле располагается грабен, заполненный, судя по величине удельного сопротивления, типично осадочными образованиями. По нашему мнению, установленная особенность геоэлектрического разреза убедительно свидетельствует о том, что именно эта структура является шовной зоной, разграничивающей Уральский складчатый пояс и Западно-Сибирский нефтегазоносный мегабассейн. Она маркирует как пространственную, так и возрастную границу, поскольку Урал – древнее сооружение и уральские комплексы пород слагают фундамент западной части Западной Сибири.

Работа выполнена при поддержке программы фундаментальных исследований ОНЗ РАН № 7 (№ 15-18-5-54) и гранта РФФИ № 14-05-31213.

Литература

Ананьева Е.М., Винничук Н.Н., Иванов К.С., Кормильцев В.В., Федоров Ю.Н. О плотности пород востока Урала и фундамента Западно-Сибирской платформы. Екатеринбург: УрО РАН, 2008. 114 с.

Бороздина Г.Н., Иванов К.С., Богоявленская В.М. Стратиграфия вулканогенных и вулканогенно-осадочных отложений Салатимской и Тагильской зон Урала. Екатеринбург: УрО РАН, 2010. 152 с.

Дьяконова А.Г., Иванов К.С., Астафьев П.Ф., Вишнев В.С., Коноплин А.Д. Геоэлектрические особенности строения земной коры и верхней мантии Южного Урала // Геология и геофизика. 2007а. Т. 48. № 10. С. 1086–1095.

Дьяконова А.Г., Иванов К.С., Астафьев П.Ф., Вишнев В.С., Коноплин А.Д. Геоэлектрический разрез литосферы Северного Урала // Физика Земли. 2007б. № 4. С. 15–20.

Дьяконова А.Г., Иванов К.С., Астафьев П.Ф., Вишнев В.С., Коноплин А.Д. Структурные особенности геоэлектрической модели литосферы Тагильской мегазоны (Северный Урал) // Материалы VIII геофизических чтений им. В.В. Федынского. Геофизика XXI Столетия. Тверь: Изд-во ГЕРС, 2007в. С. 49–54.

Иванов С.Н. О реологических моделях земной коры: критическое рассмотрение. Екатеринбург: УрО РАН, 1998. 40 с.

Каретин Ю.С. Геология и вулканические формации района Уральской сверхглубокой скважины СГ-4. Екатеринбург: УрО РАН, 2000. 277 с.

Красовский С.С. Гравитационное моделирование глубинных структур земной коры и изостазия. Киев: Наукова думка, 1989. 247 с.

Методические рекомендации по интерпретации геофизических данных при крупномасштабном геологическом картировании / Е.М. Ананьева, Е.Б. Горонович, З.Б. Черняк и др. Свердловск: Уралгеология, 1983. 301 с.

Редозубов А.А. Об электрическом сопротивлении пород, вмещающих колчеданные месторождения Урала // Методика поисков и разведки глубокозалегающих рудных месторождений: сборник научных трудов СГИ. Свердловск, 1975. Вып. 128. С. 53–61.

Семенов А.С. Природа электрической проводимости древнего кристаллического фундамента // Вестник Ленинградского университета. 1970. № 12. С. 19–26.

Сурина О.В., Дьяконова А.Г., Редозубов А.А. Корреляция физических параметров при построении электрогравитационной модели на примере Среднего Зауралья // Известия вузов. Горный журнал. 2012. № 7. С. 94–101.

Сурина О.В. Согласованные электрогравитационные модели строения земной коры

по трем субширотным геотраверсам Среднего Зауралья // XIII Уральская молодежная научная школа по геофизике: сборник докладов. Екатеринбург: ИГФ УрО РАН, 2012. С. 200–203.

Сурина О.В. Дьяконова А.Г. Принцип построения электрогравитационных моделей на основе электромагнитных данных // Известия вузов. Горный журнал. 2013. № 5. С. 163–170.

Сурина О.В., Дьяконова А.Г. Разработка электрогравитационной модели верхней части литосферы по Серовскому профилю (Северный Урал) // Литосфера. 2015. № 6. С. 101–115.

Схематическая геологическая карта домезозойского складчатого фундамента Урала м-ба 1:500000 / Под ред. И.Д. Соболева. Свердловск: Уралгеология, 1979.

Физические свойства осадочного покрова территории СССР / Под ред. М.Л. Озерской и Н.В. Подобы. М.: Недра, 1967. 772 с.

Физические свойства горных пород и полезных ископаемых (петрофизика): справочник геофизика / Под ред. Н.Б. Дортмана. М.: Недра, 1976. 527 с.

К статье Сурина О.В., Дьяконова А.Г. – «Разработка модели распределения плотности в верхних частях земной коры Тагильской мегазоны на основе электромагнитных и гравитационных данных (Вижайский профиль)»

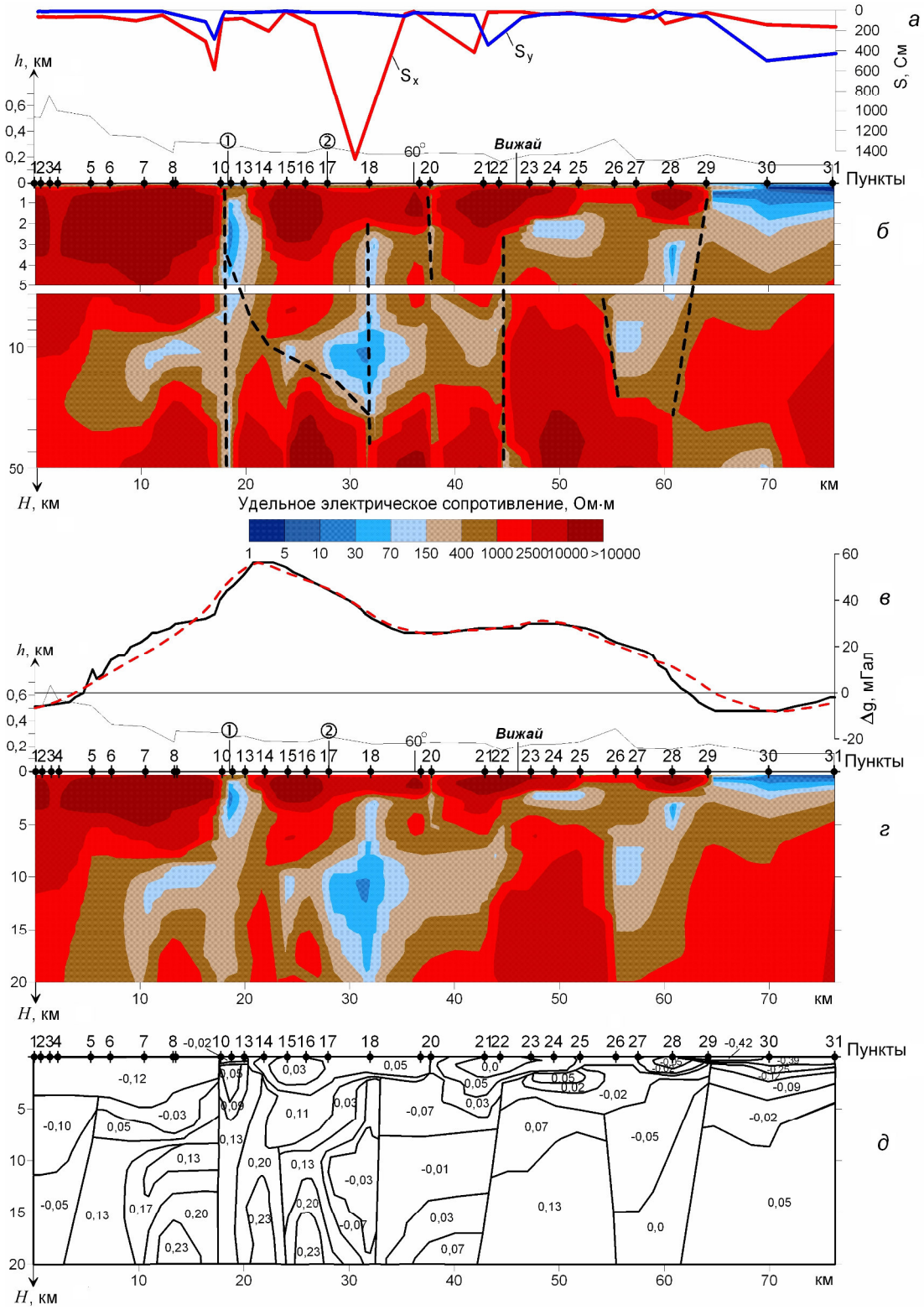

Рис. 3. Результаты геофизических исследований по Вижайскому профилю:
(*а*) – суммарная продольная проводимость литосферы для меридионального (S_x) и широтного (S_y) направлений; (*б*) – геоэлектрический разрез верхней части коры по данным комплексных электромагнитных зондирований; (*в*) – кривые аномалии силы тяжести (сплошная линия – практическая кривая (Δg), пунктир – расчетная кривая); (*г–д*) – электрогравитационная модель