

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук Ионичевой Анны Павловны
на тему: «Трехмерная геоэлектрическая модель Южного Приладожья по
магнитотеллурическим данным» по специальности 25.00.10 –
«Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых»

Актуальность. Исследования коровых аномалий электропроводности является одной из актуальных задач современной геологической науки. С одной стороны они необходимы для развития фундаментальных представлений о строении и эволюции Земли, а с другой, на их основании можно наметить главные направления поисков и разведки месторождений полезных ископаемых эндогенного генезиса. На юго-востоке Балтийского щита таким объектом является Ладожская аномалия электропроводности, выявленная по результатам магнитовариационного профилирования в конце 70-ых годов XX века, в зоне сочленения Карельского и Свекофенского блоков. Ладожская аномалия электропроводности является одной из наиболее изученных электромагнитными методами аномалий на территории России. Однако несмотря на то, что в последующие десятилетия и до настоящего времени ее изучением занимались многие научно-исследовательские и учебные организации, остаются нерешенными многие вопросы относительно ее структурной принадлежности и природе проводимости. Недостаток этой информации особенно сильно сказывается на результатах глубинных геодинамических процессов и формировании взглядов на эволюцию тектоносферы юго-восточной части Балтийского щита.

Структура и объем работы. Для решения поставленной задачи в диссертации использованы результаты профильных магнитотеллурических исследований, выполненных при непосредственном участии автора в пределах Южного Приладожья. Для повышения однозначности

интерпретации полученных данных, привлечен и проанализирован огромный материал, накопленный по результатам гравиметрических, магнитометрических, сейсмических и магнитотеллурических исследований, выполненных на севере и северо-востоке Восточно-Европейского кратона. Этот анализ совместно с оригинальным авторским материалом стал базой для реализации основной идеи диссертации - **построении трехмерной геоэлектрической модели Южного Приладожья по магнитотеллурическим данным**, а также решения ряда промежуточных задач.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы. Общий объем работы 131 страница, в том числе: 70 рисунков и 3 таблицы. Список библиографии содержит 101 наименование.

В **первой главе** приведены основные черты тектонического строения центральной части Восточно-Европейской платформы. **Вторая** - посвящена обзору магнитотеллурических исследований, выполненных на севере Восточно-Европейского кратона. В **третьей главе** рассмотрены особенности современных технологий проведения магнитотеллурических зондирований, в условиях сложнопостроенного геологического разреза изученной территории. В **четвертой и пятой главах**, на базе комплексного подхода к решению ключевых вопросов тектоники и геодинамики юго-востока Балтийского щита приведены, выполненные автором диссертации результаты оценки параметров Ладожской аномалии и ее связи с глубинными процессами.

Степень достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Основные научные результаты сформулированы автором в трех защищаемых положениях:

1. На основании качественного анализа МТ/МВ данных и трехмерной геоэлектрической модели, построенной по результатам 3D инверсии, в

Южном Приладожье выделяются три основные направления повышенной проводимости в земной коре: северо-западное, северо-восточное и широтное.

2. Проводящие структуры северо-западного направления ($\sim 315^\circ$ СЗ), основной из которых является Ладожская аномалия коровой электропроводности, приурочены к Ладого-Ботнической зоне, маркирующей границу между Южно-Прибалтийским поясом палеопротерозойского возраста и Карельским блоком архейского возраста. Южная ветвь ладожской аномалии шириной 25-50 км характеризуется падением в юго-западном направлении под углом 45° и удельным электрическим сопротивлением пород в центральной части $\rho \cdot 1 \text{ Ом}\cdot\text{м}$.

3. Коровый проводник северо-восточного направления ($\sim 315^\circ$ СЗ), описанный ранее как Ильменская аномалия, отвечает границе между крупными блоками пород различного состава в пределах Южно-Прибалтийского пояса. Ширина данной зоны составляет 30-50 км, она характеризуется наклоном $75-80^\circ$ и уровнем удельного электрического сопротивления $\rho \cdot 10 \text{ Ом}\cdot\text{м}$. Коровый проводник, обнаруженный в районе городов Локня и Великие Луки, предположительно является продолжением Ильменской аномалии коровой электропроводности в юго-западном направлении.

Результаты, представленные в диссертации и защищаемых положениях, базируются на комплексности общего подхода к изучению особенностей глубинного строения и геодинамики севера и северо-востока Восточно-Европейского кратона и реализации современных подходов к интерпретации магнитотеллурических данных, обеспечивающих их **достоверность**. Для объяснения природы проводимости и структурной принадлежности Ладожской аномалии электропроводности привлечены современные тектонические схемы и модели Южного Приладожья, а также данные о вещественном составе пород, слагающих область тройного сочленения крупных геоструктур: Раахе-Ладожской зоны, Среднерусского и Южно-Прибалтийского сегментов Среднерусско-Южно-Прибалтийского

коллизионно-орогенного пояса. В отношении собственно магнитотеллурических исследований следует отметить, что их эффективность при изучении глубинного строения литосферы прежде всего обеспечивается качеством полевых измерений, а также обработки и инверсии полученных данных. Все представленные в работе результаты получены автором с помощью современного высокоточного оборудования, а для проведения двумерных и трехмерных инверсий полевых данных использовались современные сертифицированные программы. Применение этих современных технологий обеспечило высокое качество полученных результатов и, как следствие - достоверность геологических построений.

Новизна исследований и полученных результатов.

Результаты исследований, отраженных в трех защищаемых положениях, отвечают критерию новизны как в плане методических решений, так и полученной на их основе информация о глубинном строении и геодинамики юго-восточной части Балтийского щита. Впервые на основе полученных данных построена трехмерная геоэлектрическая модель Южного Приладожья, а также детальные геоэлектрические разрезы на основе 2D инверсии. Эти данные стали основой для уточнения схемы строения докембрийского фундамента Южного Приладожья.

Замечания по работе.

Замечания по диссертационной работе традиционно подразделяются на две группы: первая касается отдельных элементов формы представления результатов, вторая - некоторых моментов сути представленного исследования.

Замечания к форме представления результатов сводятся к следующему:

1. Диссертация хорошо иллюстрирована, однако часть рисунков неудобна для восприятия. Так, на рисунке 3.3. показаны цифры в кружках, а условные обозначения к ним даны только на рис. 4.12.

2. Результаты 3D инверсии МТ данных, приведенные на рисунке 4.12, было бы на много удобнее анализировать, если бы были нанесены профили и точки с номерами, поскольку в описании результатов на них делаются ссылки.

3. На рис. 3.3. показано расположение точек МТ/МВ - зондирований, выполненных рабочей группой ЛАДОГА, на фоне геологической карты. Строго говоря это не геологическая карта, а скорее всего тектоническая схема. На геологической карте показываются возраст, состав и происхождение горных пород, условия их залегания, а также легенда с принятой индексацией геологических образований. На самом первом этапе обработки полевых материалов на геологическую карту наносятся точки зондирования, для того чтобы при построении параметрических разрезов точно знать точки выхода геологических границ на поверхность рельефа. Это особенно важно при построении разрезов осадочного чехла. такой геологической карты с профилями и точками МТ/МВ в работе нет.

Замечания к содержательной части диссертации таковы:

1. Прежде всего хотелось бы остановиться на термине "коровая аномалия электропроводности". В трактовке автора диссертационной работы, это - "... тип аномалий электропроводности, обнаруживаемых в породах твердой кристаллической коры на глубинах в первые десятки километров". Классическое определение любой геофизической аномалии - это искажения физических полей, обусловленных влиянием геологических тел и проявляющиеся на фоне нормального физического поля. Аномалии электропроводности не являются исключением и рассматриваются на фоне "нормального геоэлектрического разреза", основными элементами которого являются коровый и мантийный проводящие слои. Они не являются аномальными объектами, поскольку соответствуют внутреннему строению Земли, но могут иметь аномальные параметры, обусловленные особым тепловым режимом. Природа проводимости, условия и механизмы их образования достаточно подробно рассмотрены в многочисленных

литературных источниках. Коровый проводящий слой является элементом внутренней гидросферы Земли [Дерпгольд, 1963; Покровский, 2006; Киссин, 2009; Зверев, 1982, 1994, 1999, 2011], мантийный – слоем частичного плавления вещества - астеносферой [Добрецов, 1980; Alekseyev et al., 1977; Ryaboy, Derlyadko, 1984; Adam, Westegrom, 2001]. Рассматриваемые автором коровые аномалии располагаются выше корового проводящего слоя и действительно являются аномальными объектами, природа проводимости которых может быть, как электронной, так и ионной и не зависит от геотермического режима. Поэтому ссылка на А.С. Семенова (1979) и Л.Л. Ваньяна и Р.Д. Хайндмана (1966) не совсем правомерна, поскольку ими дано объяснение природы проводимости именно корового проводящего слоя. Здесь следует также отметить, что природа его проводимости связывается не с особенностями флюидного режима, а с наличием в нем самого флюида. Флюидный режим - это совокупность физико-химических параметров, характеризующих состояние флюидных систем. Нет флюида нет и флюидной системы.

2. Для достижения основной цели диссертационной работы - построение трехмерной геоэлектрической модели Южного Приладожья, автором были поставлены и решены 8 задач, часть которых можно было объединить. Так, например, 2 и 8 задачи можно было объединить в одну: проведение полевого эксперимента на территории республики Карелии и областях и повторных измерений на отдельных пикетах профиля 1-ЕВ. Задачи 4, 5 и 6 также можно объединить: разработка технологии обработки, адаптированной к конкретным геологическим условиям исследуемого района.

3. В главе 4 (раздел 4.2) приведен анализ карт и частотных разрезов кажущегося сопротивления и фаз импеданса, на основании которого определены характерные черты геоэлектрической модели. Первым пунктом констатируется плавное увеличение суммарной проводимости верхнего горизонта осадочных отложений с северо-востока на юго-запад. В связи с

чем возникает ряд вопросов: 1) каким образом по псевдоразрезу можно определить мощность осадочных отложений и разделить их на горизонты; 2) развиты ли осадочные отложения в пределах всего участка работ; 3) сколько горизонтов выделяется в осадочном чехле, какова их мощность, удельное сопротивление, стратиграфическая приуроченность и литологический состав; 4) из скольких подгоризонтов (слоев) состоит верхний горизонт осадочных пород, если речь идет о его интегральной проводимости, обычно говорят о интегральной проводимости всех осадочных отложений; 5) с каким именно проводящим горизонтом в осадочных отложениях и на каком уровне сливается коровая аномалия; 5) для чего указываются номера пунктов зондирования, если не приведена схема расположения профилей с номерами пунктов.

4. В разделе 4.9. главы 4 рассмотрен профиль МТЗ Себеж-Ржев, по которому получены очень интересные результаты. Однако геологическая интерпретация полученных данных проработана недостаточно, несмотря на то, что тектоническому строению Слободского узла, в пределах которого расположен профиль, в первой главе отведено 7 страниц. Автор же ограничился простым описанием без привлечения этого материала. Было бы очень полезно построить геоэлектрический разрез осадочного чехла, тем более есть данные бурения.

5. Последнее замечание относится к последней главе. Здесь автор на всех профилях 3D инверсии в строении аномалий электропроводности отмечает "элементы дивергенции". Что в данном случае подразумевается под "элементами дивергенции?" Согласно теории тектоники плит различают три типа относительных перемещений плит: расхождение (дивергенция), схождение (конвергенция) и сдвиговые перемещения. Дивергентные границы - границы вдоль которых происходит раздвижение плит. Этот термин не совсем корректно использовать при объяснении увеличения размеров аномалии.

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 25.00.10 – «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых» (по геолого-минералогическим наукам), а также критериям, определенным п.п. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова, а также оформлена, согласно приложениям № 5, 6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Таким образом, соискатель **Ионичева Анна Павловна** заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.10 – «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых».

Официальный оппонент:

доктор геолого-минералогических наук, главный эксперт АО "Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья", департамент углеводородного сырья.

ПОСПЕЕВА Елена Валентиновна

12.05.2022 г.

Контактные данные:

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация: 25.00.10 - Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых

Адрес места работы: 630091, г. Новосибирск, Красный проспект, дом 67.

