



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
НАУКИ ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ЗЕМЛИ ИМЕНИ АКАДЕМИКА
О.Ю. ШМИДТА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

ВОПРОСЫ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ
ИНТЕРПРЕТАЦИИ ГРАВИТАЦИОННЫХ, МАГНИТНЫХ И
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ

50-я юбилейная сессия Международного семинара
им. Д.Г. Успенского - В.Н. Страхова

29 января – 2 февраля 2024 г.

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ

г. Москва
2024

УДК 550.8.015

ББК 26.3я43

В74

В74 Вопросы теории и практики геологической интерпретации гравитационных, магнитных и электрических полей. Материалы 50-й юбилейной сессии Международного семинара им. Д.Г. Успенского - В.Н. Страхова, 29 января – 2 февраля 2024 г. Москва: ИФЗ РАН. 2024. — 382 с. — М.: Издательство "Перо", 2024. Электронное издание.

ISBN 978-5-00244-126-6

В сборнике представлены расширенные тезисы докладов 50-й юбилейной сессии Международного семинара им. Д.Г. Успенского - В.Н. Страхова «Вопросы теории и практики геологической интерпретации гравитационных, магнитных и электрических полей». Материалы семинара отражают современное состояние теории и практики геологической интерпретации геофизических данных. В сборнике приводятся доклады, посвященные современным теориям интерпретации гравиметрических, магнитометрических и геоэлектрических данных. Приводятся результаты комплексной интерпретации геофизических полей в различных геологических условиях. Рассматриваются алгоритмы и компьютерные технологии интерпретации отдельных геофизических методов, а также вопросы комплексирования различных методов. Публикуемые материалы представляют интерес для широкого круга специалистов научных и производственных организаций, занимающихся вопросами теории и практики интерпретации геофизических данных, могут быть полезны для студентов и аспирантов геофизической специальности.

Редакционная коллегия:

В.О. Михайлов – ответственный редактор,

П.С. Бабаянц, В.Н. Глазнев, А.С. Долгаль, П.С. Мартышко.

УДК 550.8.015

ББК 26.3я43

ISBN 978-5-00244-126-6

© Авторы, 2024

© ИФЗ РАН, 2024

Аудиомагнитотеллурические зондирования в Мейерской зоне Приладожья
А.П. Ионичева¹, В.А. Куликов², Ю.А. Морозов³, Е.Ю. Соколова³, Н.М. Шагарова²,
А.Г. Яковлев²

*yaroslavtseva.anna@gmail.com, vic@nw-geophysics.ru, frost@ifz.ru, sokol_l@mail.ru,
natashashagaro2000@gmail.com, mail@nw-geo.ru*

¹ *Центр геоэлектромагнитных исследований ИФЗ РАН, г. Москва, Россия*

² *Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия*

³ *Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, г. Москва, Россия*

In the autumn of 2022 and winter of 2023, students and professors of the Faculty of Geology of Lomonosov Moscow State University and the Center of Geoelectromagnetic research IPE RAS performed geophysical work in the area of the Meyeri tectonic thrust Zone in the Northern Ladoga region. The work was carried out by several geophysical methods: audio magnetotelluric sounding (AMTS); time-domain electromagnetic sounding (TDEM); magnetic prospecting. This report presents the results obtained by the AMTS method, the application of which made it possible to identify geoelectric images of thrust-nappe and folded structures up to a depth of 1 km, to trace elements of both “thick-skinned” and “thin-skinned” tectonics, as well as a new dome-shaped structure of the Archean basement inscribed in a linear series of small protrusions of the Archean basement of the Sortavala group.

Мейерская тектоническая зона надвигов Северного Приладожья, выделенная впервые Ш.К. Балтыбаевым с коллегами [1], входит в качестве неотъемлемого элемента в структуру Ладого-Ботнической шовной зоны (в другой терминологии – Раахе-Ладожской зоны [1-2]), которая сформировалась во время тектоно-термальных событий свекофеннского тектогенеза (1.88–1.80 млрд лет). Она разделяет зонально метаморфизованные от зелёносланцевой до гранулитовой фации вулканогенно-терригенные чехольные образования палеопротерозойского ладожского комплекса, залегающие частично на перикратонной окраине архейского Карельского массива (карелиды, северный домен Приладожья), а частью на ювенильной океанической коре (свекофенниды, южный домен).

В структурном отношении Мейерская зона представляет собой широкую полосу (порядка 15 км) пологого залегания разрывно-складчатых форм, выделявшуюся ранее в виде «пояса покровных структур» [3]. На последующей стадии свекофеннского тектогенеза все элементы более раннего структурного парагенеза были деформированы системой региональной складчатости второго этапа деформаций с субмеридиональной ориентировкой субвертикальных осевых поверхностей. Наложение этой системы складок на пологие деформационные структуры раннего этапа привело к формированию на площади Приладожья разномасштабных интерференционных куполообразных структур в системе «чехол–фундамент», в том числе и самих выступов реоморфизованного гранито-гнейсового основания среди чехольных образований [4].

Осенью 2022 г. и зимой 2023 г. в рамках учебной и факультативной практик студентами и сотрудниками кафедры геофизических методов исследования земной коры Геологического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова и Центра геоэлектромагнитных исследований ИФЗ РАН были выполнены геофизические работы в районе Мейерской зоны. Работы проводились по сети профилей (рис. 1) несколькими геофизическими методами: аудиомагнитотеллурические зондирования (АМТЗ); зондирования становлением поля в ближней зоне (ЗСБ); магниторазведка.

Эти геофизические работы являются продолжением многолетнего проекта рабочей группы ЛАДОГА по региональному изучению электромагнитными методами коровой электропроводности юго-восточной части Фенноскандии в районе Ладого-Ботнической шовной зоны [4-6].

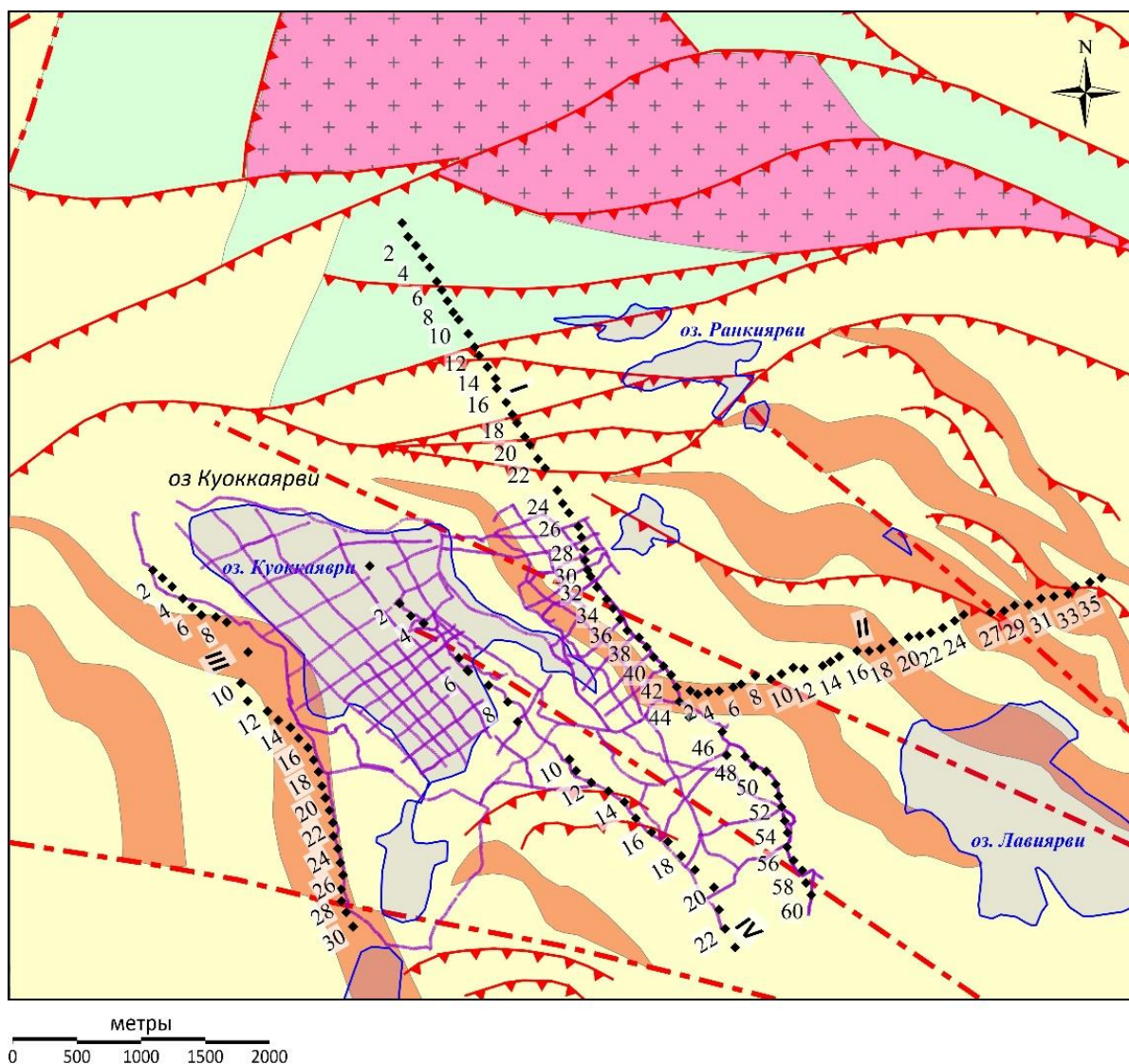


Рис. 1. Схема участка детальных работ с указанием положения профилей АМТЗ (I–IV) и профилей магнитной съёмки. 1–2 – ладожская серия: гранат-содержащие гнейсы (1), слюдистые гнейсы (2); 3 – сортавальская серия; 4 – гранито-гнейсы архея; 5 – гранодиориты; 6 – надвиги-шарьяжи; 7 – поздние разрывы; 8 – озёра; 9 – пикеты АМТЗ; 10 – линии профилей магнитной съёмки.

Работы проводились с использованием новейших магнитотеллурических станций NORD (рис. 2), разработанных компанией ООО «Северо-Запад» (г. Москва), с индукционными датчиками IMS-05 компании «ВЕГА» (г. Санкт-Петербург) и АМТС-30 компании «Phoenix Geophysics LTD» (Канада). Обработка магнитотеллурических данных заключалась в оценивании передаточных операторов измеряемого естественного электромагнитного поля (магнитотеллурического импеданса, типпера и магнитного горизонтального тензора) и была реализована в программе ЕРІКІТ [7], разработанной компанией ООО «Северо-Запад» (г. Москва).



Рис. 2. Магнитотеллурическая станция NORD с индукционными датчиками IMS-05.

Выявленные в результате интерпретации полученных АМТ данных (рис. 3) пологие проводники с низкими удельными сопротивлениями наилучшим образом привязываются к толщам сортавальской серии, лежащей на высокоомных гранито-гнейсах фундамента, что может быть объяснено обогащённостью верхних частей её разреза углеродистым материалом. Пологие разрывные нарушения, к сожалению, не выделяются в поле удельных сопротивлений, однако, исходя из значимого реологического контраста пород фундамента, сортавальской и ладожской серий, можно предполагать, что они разделяются между собой поверхностями разрывного происхождения. Оперяющие такие пологие границы более крутые разрывные нарушения листрического типа проявлены в геоэлектрических разрезах в виде аномалий пониженного сопротивления (рис. 3). На значительном отрезке профиля I они создают структурный рисунок весьма похожий на стилистику структур “тонкокожей” тектоники и вполне наглядно передают общее тектоническое перемещение пластин чехла с юга на север. При этом в северной части профиля I, где гранито-гнейсы фундамента выходят на поверхность, визуализируется типичная картина “толстокожей” тектоники с тектоническим чередованием пластин чехла и фундамента.

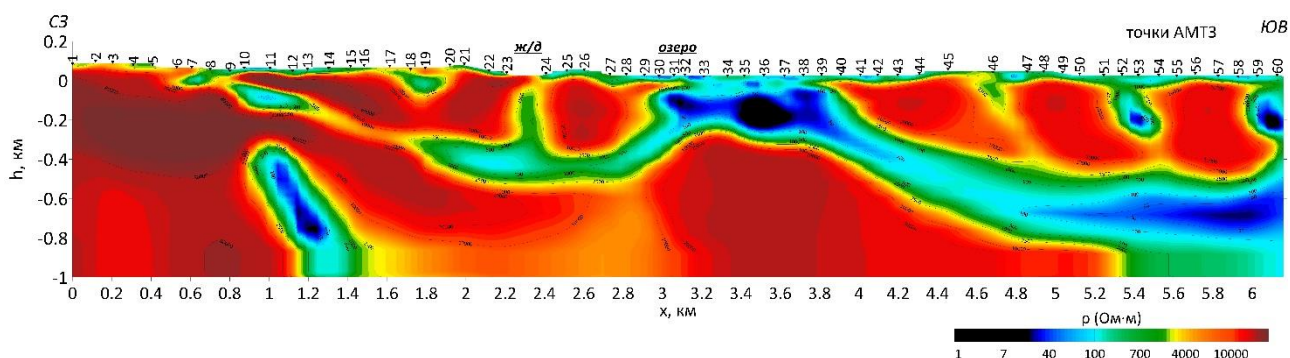
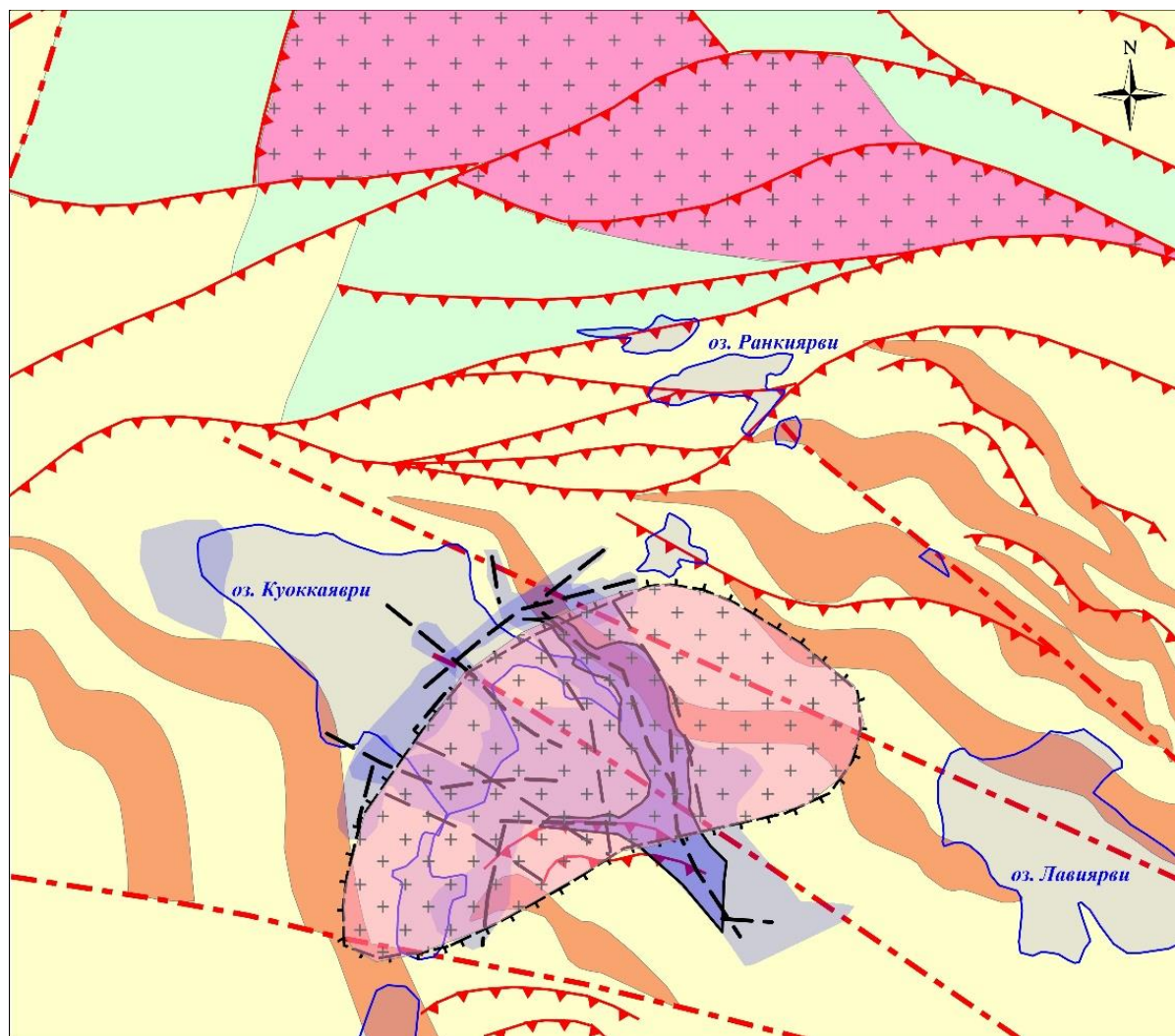


Рис. 3. Профиль I, глубинный разрез УЭС по результатам двумерной инверсии.

По результатам совместной интерпретации данных АМТЗ и магниторазведки можно сделать вывод о существовании погружённого гранито-гнейсового выступа (или крупной куполовидной складки кровли архейского основания) в южной части изученного участка (рис. 4). Кровля гранито-гнейсового фундамента плавно погружается в южном и юго-восточном направлениях, поэтому соответствующие границы аномальной области проведены очень условно. Не исключено, что погребённый выступ основания разбит на отдельные блоки, вытянутые в северо-западном направлении.



метры
0 500 1000 1500 2000

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Рис. 4. Схема участка детальных работ с предполагаемыми контурами выступа фундамента или погребённого купола. 1–2 – ладожская серия: гранат-содержащие гнейсы (1), слюдистые гнейсы (2); 3 – сортавальская серия; 4 – гранито-гнейсы архея; 5 – гранодиориты; 6 – надвиги-шарьяжи; 7 – поздние разрывы; 8 – озёра; 9 – границы выступа фундамента; 10 – разрывные нарушения.

В дальнейшем авторы заинтересованы в проведении совместной интерпретации полученных данных АМТЗ с ранее сформированным региональным магнитотеллурическим ансамблем данных для прослеживания связей между приповерхностными и глубинными аномалиями электропроводности, что может внести значительный вклад в решение задач прогнозирования и поисков месторождений полезных ископаемых на новых уровнях глубинности.

Литература.

1. Балтыбаев Ш.К., Глебовицкий В.А., Козырева И.В., Шульдинер В.И. Мейерский надвиг главный элемент строения сутуры на границе Карельского кратона и свекофеннского комплекса в Приладожье, Балтийский щит // Доклады Академии Наук. 1996. Т. 348, № 3. С.353–356.
2. Korsman K., Niemela R., Wasenius P. Multistage evolution of the Proterozoic crust in the Savo schist belt, eastern Finland // Bulletin - Geological survey of Finland. Helsinki: Geologinen tutkimuslaitos, 1988. V. 343. P.89–96.
3. Судовиков Н.Г., Глебовицкий В.А., Сергеев А.С. Петров В.П., Харитонов А.Л. Геологическое развитие глубинных зон подвижных поясов (Северное Приладожье). Л.: Наука, 1970. 227 с.
4. Ладжская протерозойская структура (геология, глубинное строение и минералогия) / Отв. ред. Н.В. Шаров. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2020. 435 с.
5. Соколова Е.Ю., Голубцова Н.С., Ковтун А.А., Куликов В.А., Лозовский И.Н., Пушкарев П.Ю., Рокитянский И.И., Таран Я.В., Яковлев А.Г. Результаты синхронных магнитотеллурических и магнитовариационных зондирований в районе Ладжской аномалии электропроводности // Геофизика. 2016. № 1. С.48–61.
6. Куликов В.А., Ионичева А.П., Колодяжный С.Ю., Соколова Е.Ю., Пушкарев П.Ю., Яковлев А.Г. Геоэлектрическая модель Южного Приладожья по результатам 3D инверсии магнитотеллурических данных // Физика Земли. 2022. № 5. С.45–59.
7. Епишкин Д.В. Развитие методов обработки данных магнитотеллурического зондирования // Вестник Московского университета. Серия 4. Геология. 2016. № 4. С.40–46.