

Электромагнитное зондирование земной коры арктических островов.

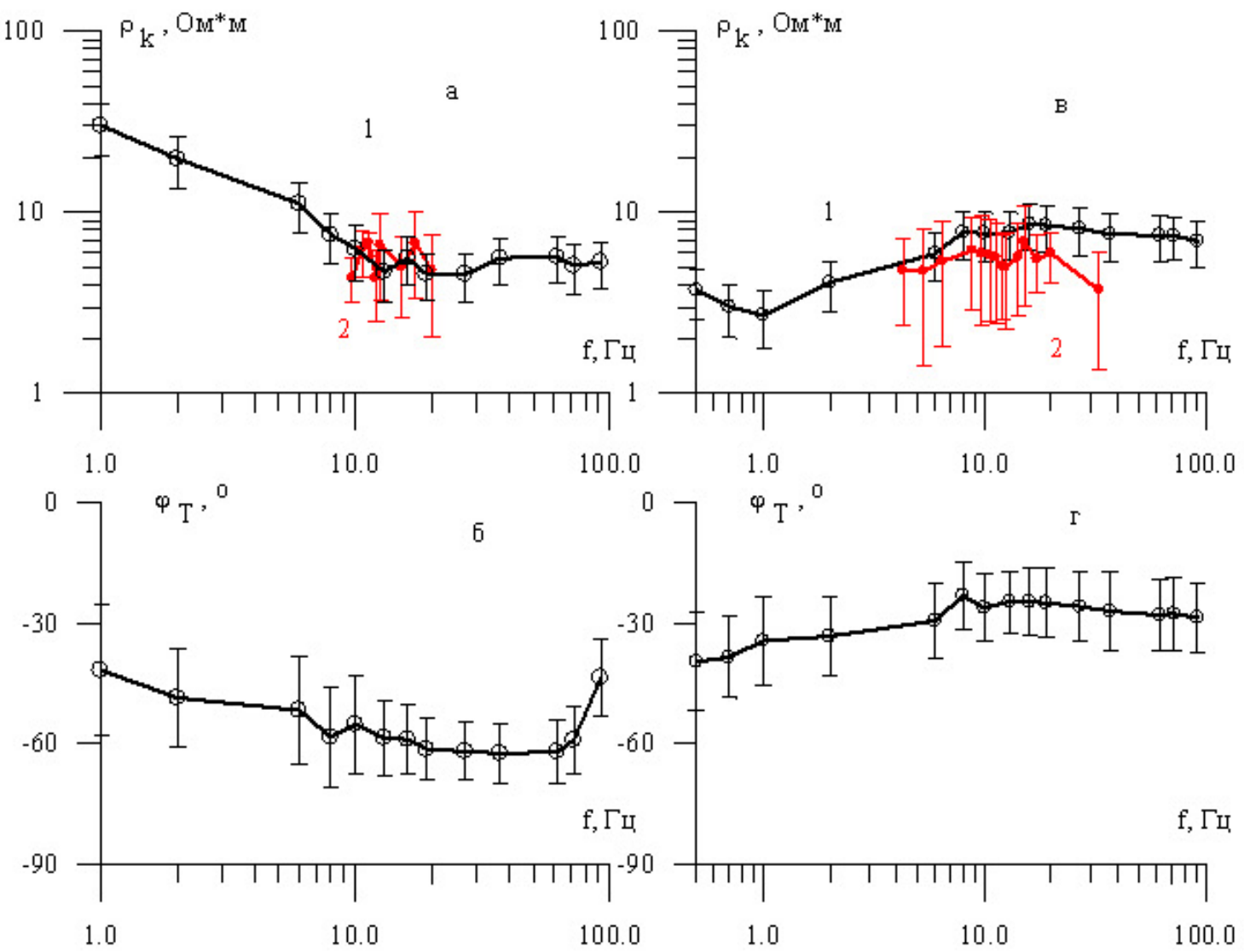
Любчик В.А., Григорьев В.Ф., Демченко И.И.

Полярный геофизический институт (ПГИ), г. Мурманск, Россия



Схема района проведения экспериментальных работ.

Измерения электромагнитного поля проводились в двух пунктах - на территории геофизической обсерватории ПГИ "Баренцбург" и в районе структурной геологической скважины "Васдаленская-2". В процессе измерений проводились одновременные наблюдения естественного электромагнитного поля (МТЗ) и поля, излученного мощным контролируемым источником электромагнитных волн ЭНЧ-диапазона, расположенного в северной части Кольского полуострова (ЭМЗ).



Результаты измерений электромагнитного поля

а - значения кажущегося сопротивления в пункте "Баренцбург" (1 - кривая по данным МТЗ, 2 - значения по результатам ЭМЗ с контролируемым источником); б - значения фазы элемента тензора импеданса Zxy; в - значения кажущегося сопротивления в пункте "Васдаленская-2"; г - значения фазы элемента тензора импеданса Zxy

Магнитные датчики мобильного магнитометра.

Компоненты электромагнитного поля на земной поверхности измерялись индукционными магнитометрами с широкой полосой пропускания от 0,01 до 200 Гц, сконструированными в ПГИ. Вертикальный и два горизонтальных магнитных датчика ориентировались во взаимно ортогональных направлениях. За ось X принято направление на север вдоль магнитного меридиана. Для измерения электрических компонент поля использовались две взаимно ортогональные заземленные приемные линии, длина которых составляла 250 м для стационарного индукционного магнитометра в пункте наблюдения "Баренцбург" и 100 м для мобильного комплекта в пункте наблюдения "Васдаленская-2". Аналоговые сигналы с магнитных датчиков и приемных электрических линий обрабатывались цифровой системой регистрации и сбора информации, основанной на шестиканальном 22-битном аналого-цифровом преобразователе (АЦП) с частотой дискретизации 512 Гц. Данная система регистрации и сбора информации производит привязку измеренных сигналов к мировому времени UT по сигналам спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС/GPS. В качестве контролируемого источника электромагнитного поля использовался экспериментальный образец мощного генератора, разработанный в ПГИ на базе повышающего преобразователя и системы энергопередачи генератора "Энергия-2". Номинальная мощность передатчика составляет 200 кВт. Гармоническое электромагнитное поле в диапазоне частот от 3 до 33 Гц излучалось горизонтальной заземленной линией длиной 60 километров, расположенной в северной части Кольского полуострова и ориентированной в субширотном направлении. Сила действующего тока в линии составляла 65 - 80 А.



Формулы для алгебраической трансформации Молочного-Ле Вьета

$Z_{\varphi} = \frac{E_x}{H_y}$ элемент тензора импеданса, где E_x - измеренные значения горизонтальной x-компоненты электрического поля, H_y - измеренные значения горизонтальной y-компоненты магнитного поля

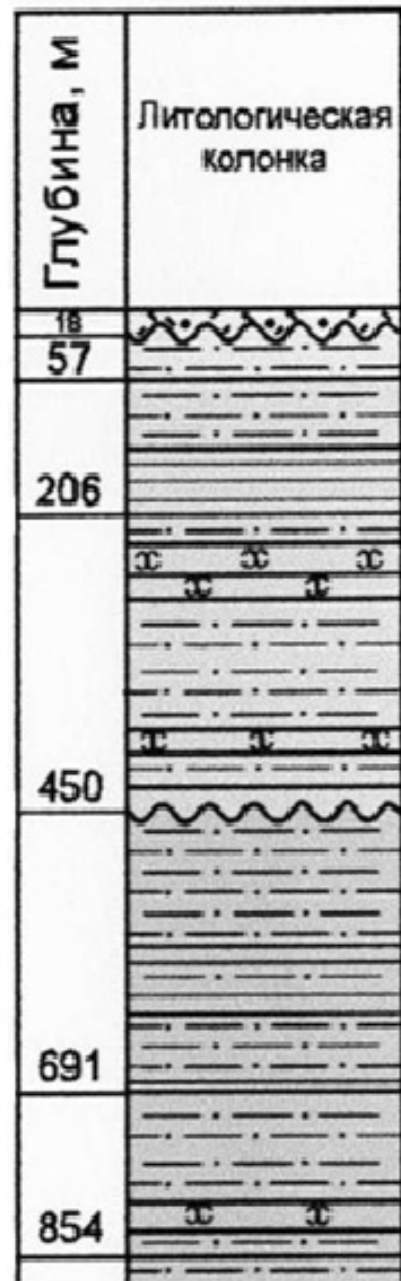
$\rho_k = \frac{|Z_{\varphi}|^2}{\omega \mu}$ кажущееся сопротивление среды, где ω - круговая частота поля, μ - магнитная проницаемость среды

$z' = \sqrt{\rho_k / (\omega \mu)}$ действующая глубина

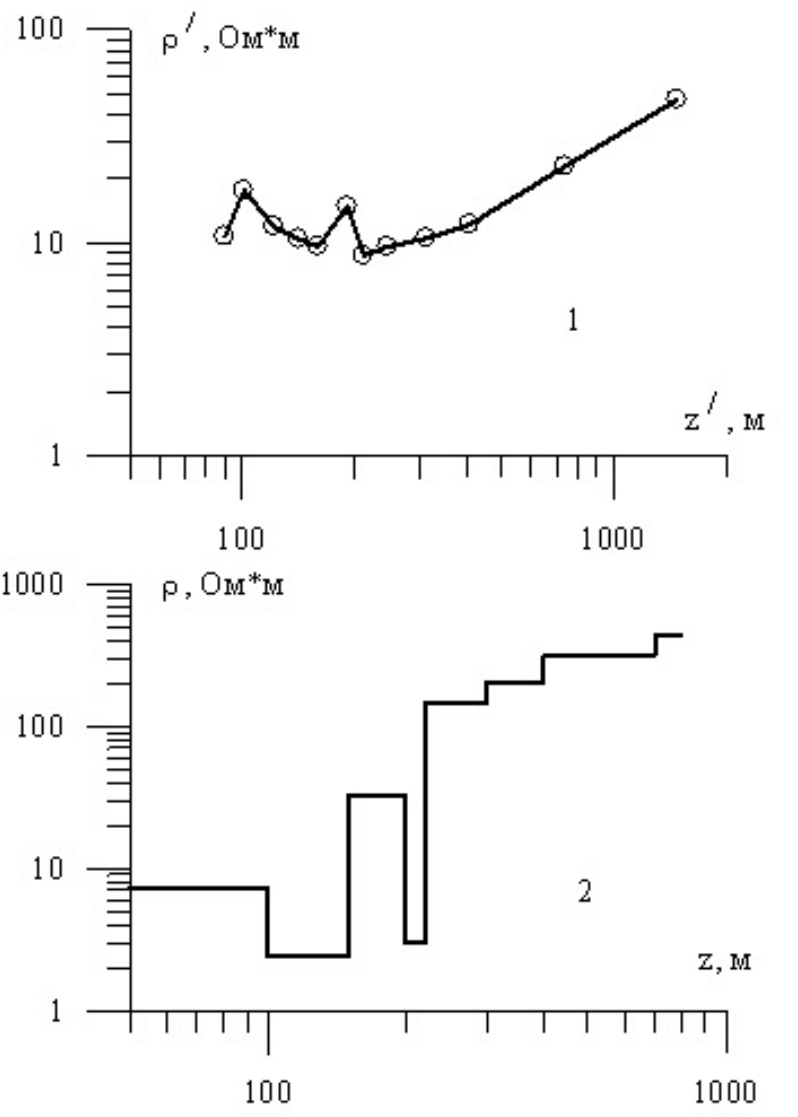
$\rho'(z') = 4\rho_k(1 + 2\varphi_T / \pi)^2$ действующее сопротивление для нисходящей ветви кривой кажущегося сопротивления, где φ_T - значение фазы элемента тензора импеданса

$\rho'(z') = \rho_k \pi^2 / (4\varphi_T)^2$ действующее сопротивление для восходящей ветви кривой кажущегося сопротивления

Грумантская-1



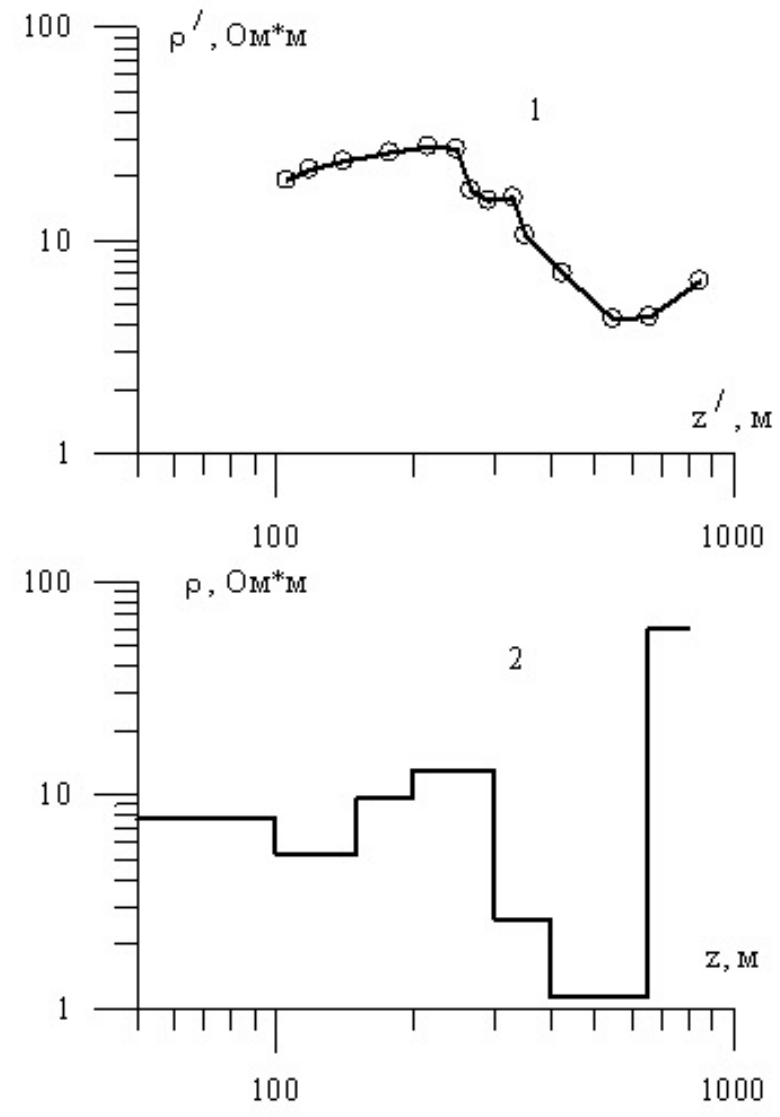
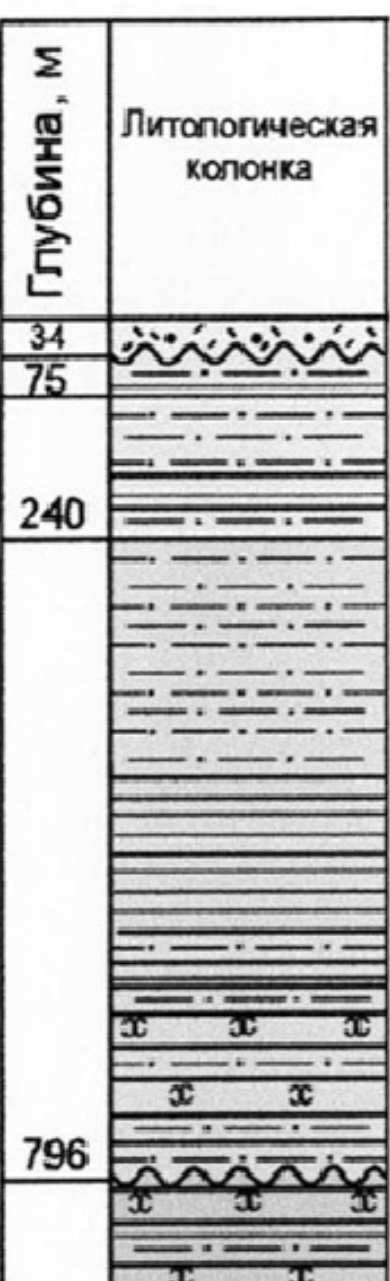
четвертичные отложения
алевролиты
аргиллиты
песчаники



Результаты интерпретации данных МТЗ в точке наблюдений "Баренцбург"

1 - график зависимости действующего сопротивления от действующей глубины, полученный с помощью алгебраической трансформации Молочного-Ле Вьета; 2 - модель геоэлектрического разреза верхней части осадочного чехла, полученная по результатам интерпретации данных МТЗ. Для сравнения приведен фрагмент литологической колонки для верхней части осадочного чехла структурной геологической скважины "Грумантская-1", расположенной в северной части земли Норденшельда. Так на глубинах 100 - 200 метров расположен проводящий слой аргиллитов. Заслуживает внимания узкая зона повышенной электропроводности на глубине порядка 200 метров, которая может быть обусловлена маломощным субгоризонтальным пластом каменного угля, залегающим на этих глубинах в районе Баренцбурга.

Васдаленская-2



Результаты интерпретации данных МТЗ в точке наблюдений "Васдаленская-2"

1 - график зависимости действующего сопротивления от действующей глубины, полученный с помощью алгебраической трансформации Молочного-Ле Вьета; 2 - модель геоэлектрического разреза верхней части осадочного чехла, полученная по результатам интерпретации данных МТЗ. Для сравнения приведен фрагмент литологической колонки для верхней части осадочного чехла структурной геологической скважины "Васдаленская-2", расположенной в южной части земли Норденшельда. Здесь слой проводящих аргиллитов расположен глубже, на глубинах порядка 500 - 650 метров.

ВЫВОДЫ:

Полученные результаты экспериментальных работ продемонстрировали перспективность использования дистанционных электромагнитных методов геофизики, таких как электромагнитные зондирования земной коры с помощью удаленного мощного контролируемого источника поля ЭНЧ-диапазона, для изучения геологического строения малодоступных островов в западной части Арктики. Однако в условиях низкоомного, мощного осадочного чехла глубинность таких исследований будет ограниченной.

Существенно дополнить информацию о геоэлектрическом разрезе исследуемых участков можно с помощью комбинирования данных ЭМЗ с контролируемым источником и данных магнитотеллурического зондирования (МТЗ). При этом результаты ЭМЗ могут служить в качестве реперных значений для выбора наименее искаженных кривых МТЗ. Привлечение данных МТЗ расширяет пригодный для интерпретации диапазон в области низких частот, что увеличивает глубинность геофизических исследований.