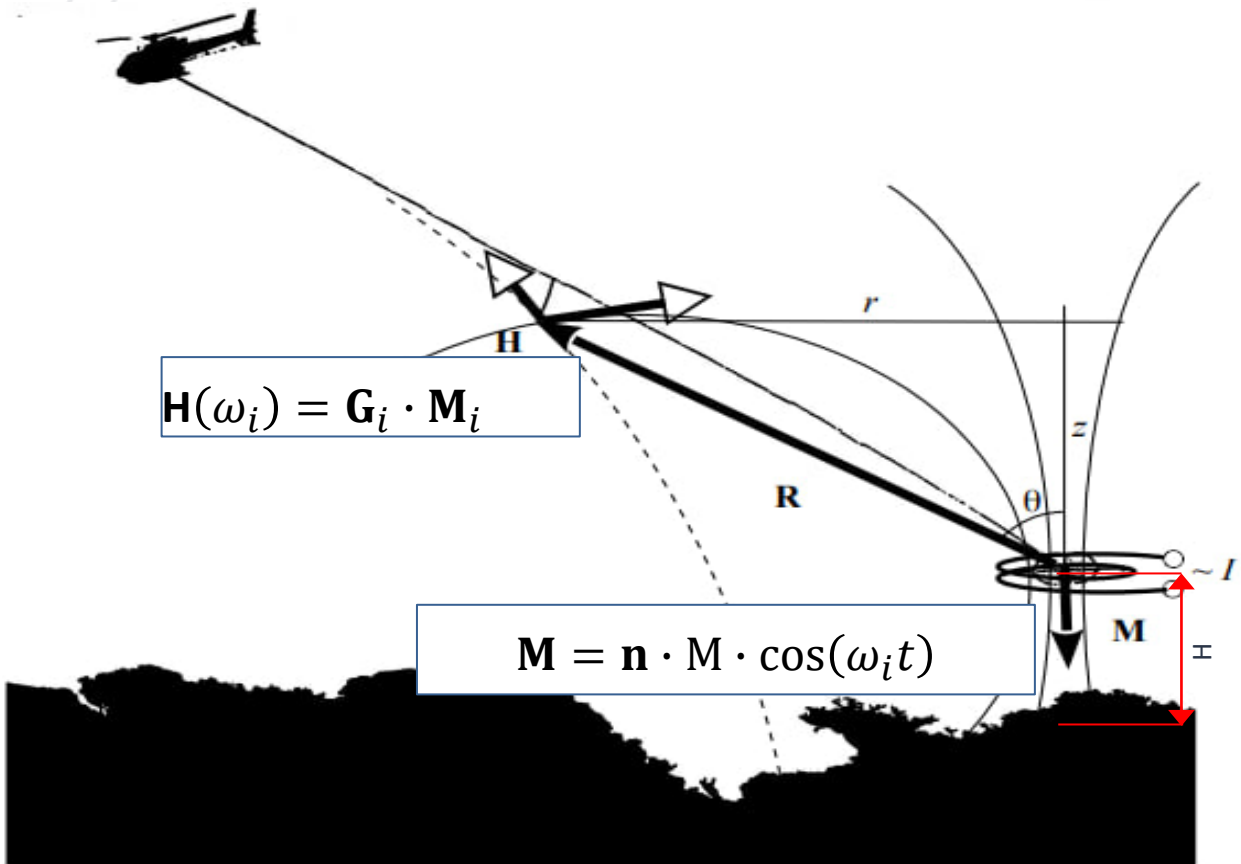


ПРИМЕНЕНИЕ КОМБИНИРОВАННОЙ
АЭРОЭЛЕКТРОРАЗВЕДКИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ РУДНЫХ
ЗАДАЧ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ

Третьякова Е. А.
ООО Геотехнологии
г. Москва

Система

ЭКВАТОР



System	H, m	R, m
ЭКВАТОР	40-45	40

ВЕРТОЛЕТ-НОСИТЕЛЬ

ГНСС приемник I

Спектрометр
32 л NaJ(Tl)

БУКСИРУЕМАЯ ГОНДОЛА

приемник
ЭР-системы

ГНСС
приемник II

датчик
магнитометра

БУКСИРУЕМАЯ ПЛАТФОРМА

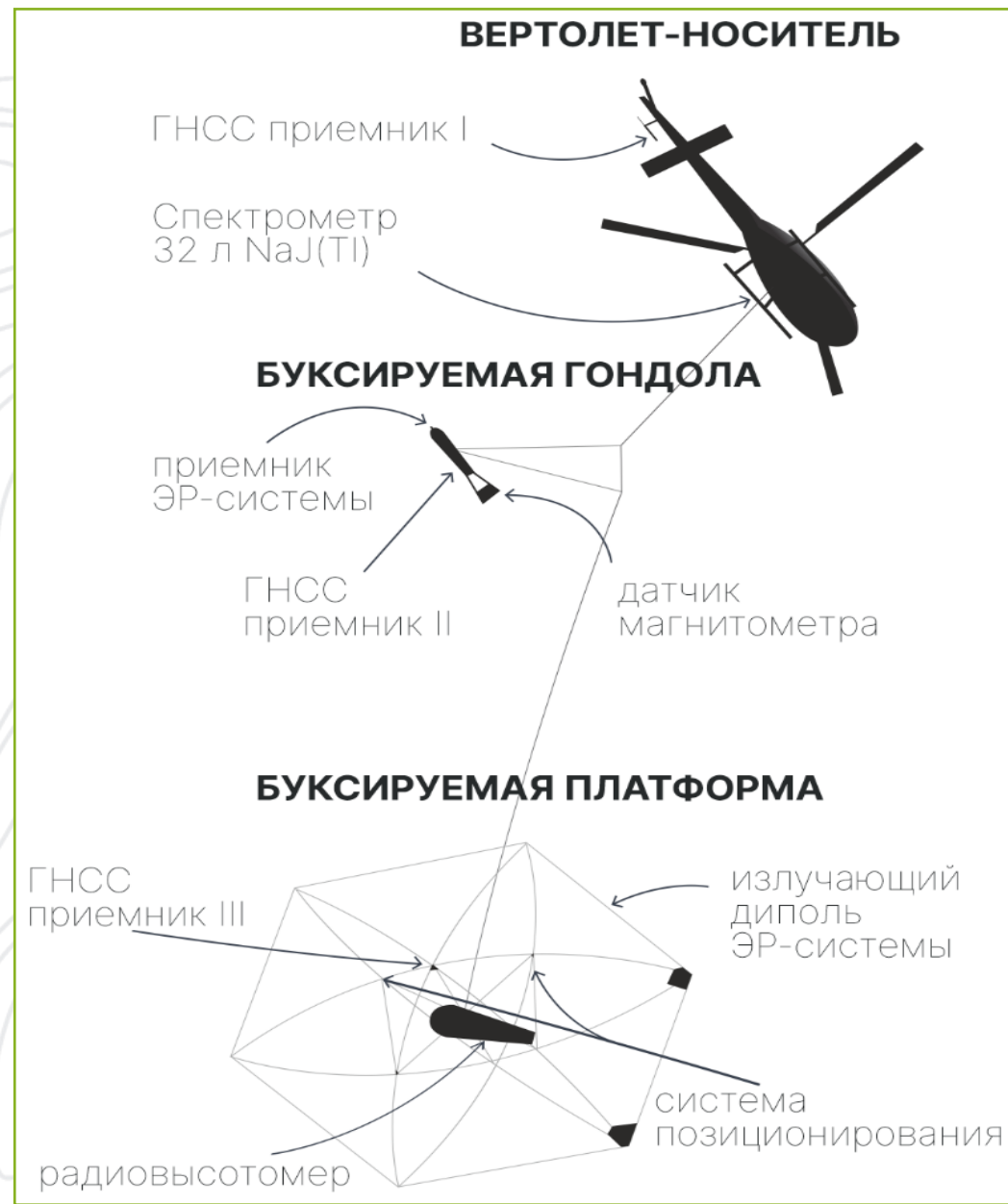
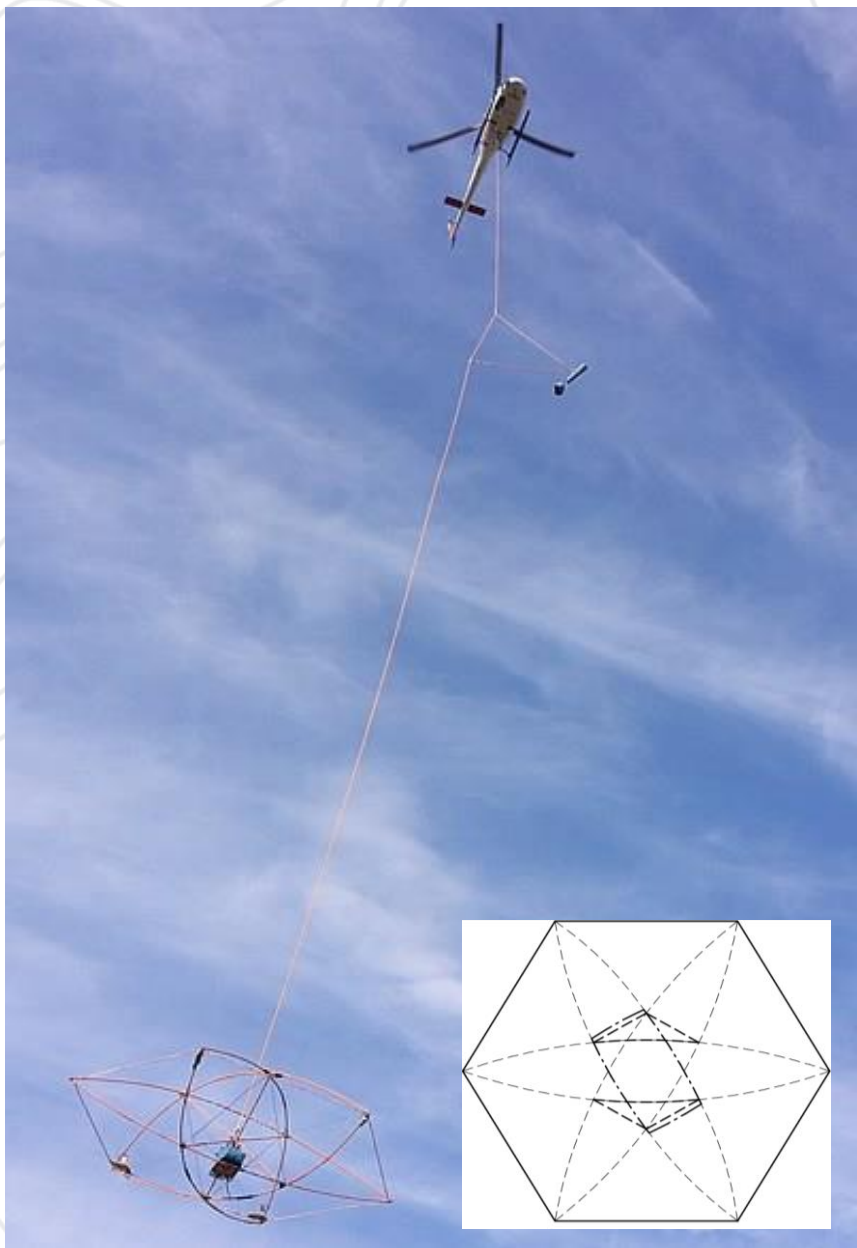
ГНСС
приемник III

излучающий
диполь
ЭР-системы

система
позиционирования

радиовысотомер

Система

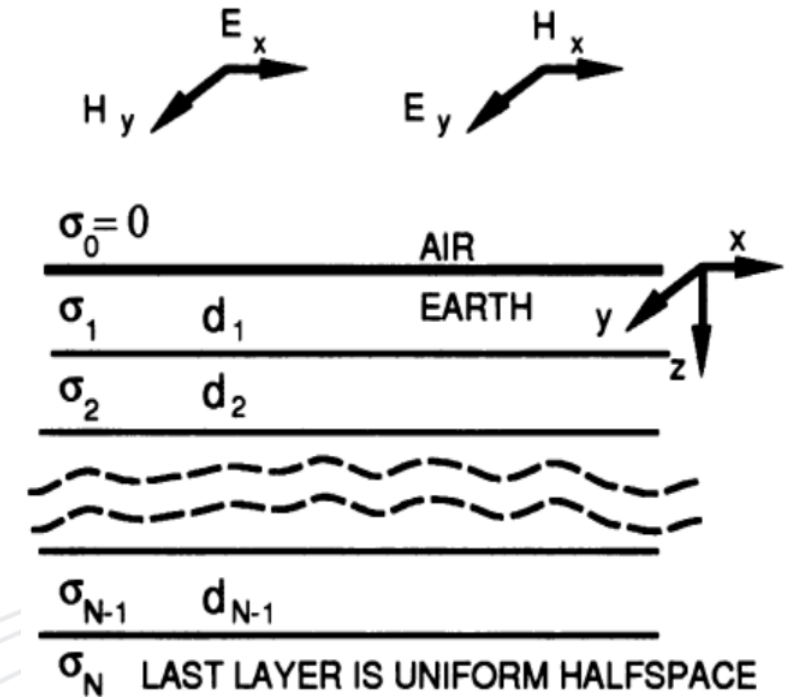


Используемая модель

- Горизонтально-слоистая модель
- Толщины слоев фиксированы
- Сопротивления оцениваются при помощи итерационного расширенного фильтра Калмана
- Невязки

$$r = \sqrt{\sum_{i=0}^N \frac{(\tilde{Z}_i - Z_i)^2}{\sigma_i^2}}$$

Z_i - i -я компонента $\mathbf{Z}_c$, $\tilde{Z}_i$ - оценочная величина Z_i , σ_i^2 - соответствующая дисперсия шума, N – номер измерения.



Вектор измерений

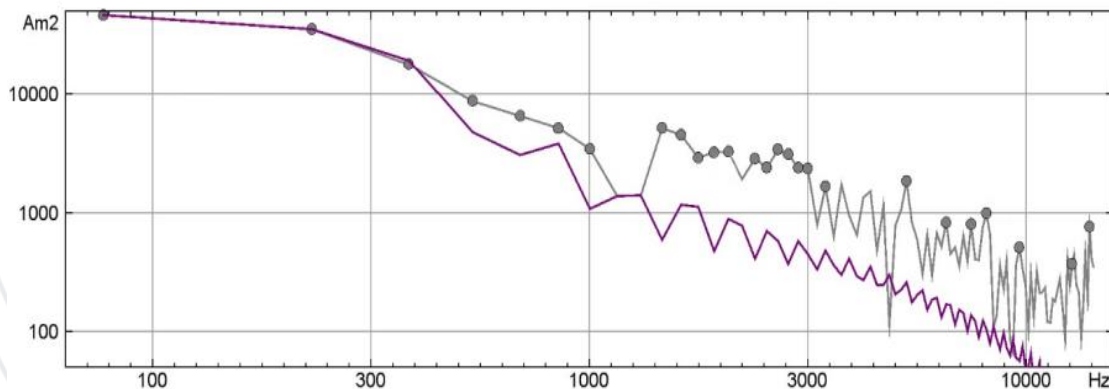
$$\mathbf{Z}_c = (\mathbf{Z}_\omega, \mathbf{Z}_t)$$

Вектор измерений частотной области:

$$\mathbf{Z}_\omega = (\text{Im } \omega_1, \dots, \text{Im } \omega_n, \text{Re } \omega_2 - \text{Re } \omega_3, \dots, \text{Re } \omega_n - \text{Re } \omega_{n-1})$$

$\text{Im } \omega_i$ и $\text{Re } \omega_i$ - квадратурная и синфазная составляющие отклика для частоты ω_i

Затухающий спектр

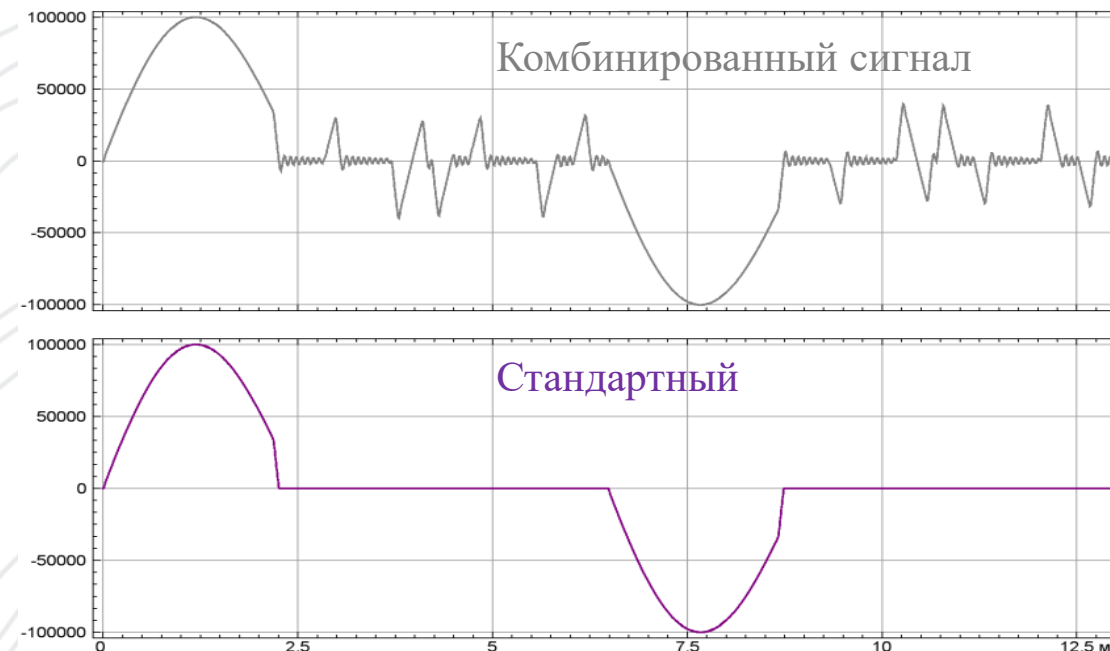


Измерения во временной области

$$\mathbf{Z}_t = (a_1(dB/dt), \dots, a_m(dB/dt))$$

$\frac{dB}{dt}$ - значений производной магнитного поля, усредненных по фиксированным временным интервалам

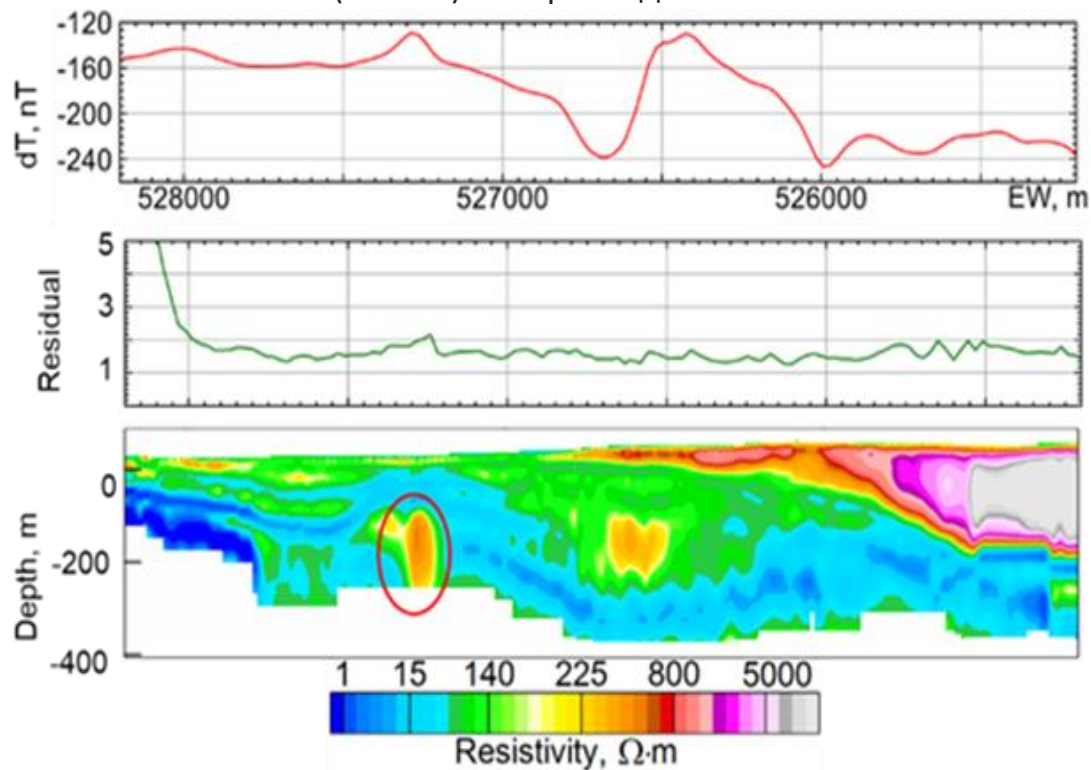
Генерируемый сигнал



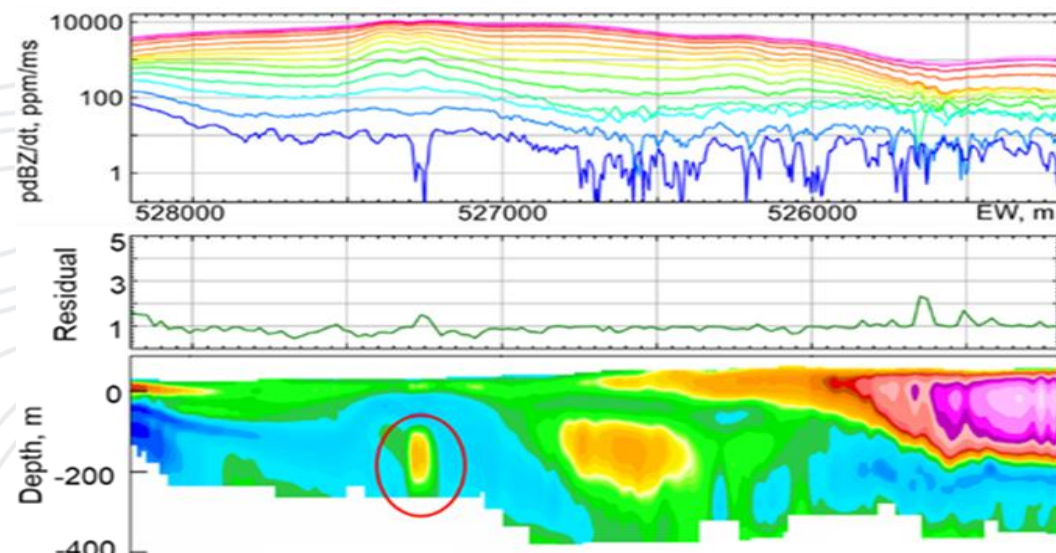
Преимущества комбинированной инверсии данных

Сравнение результатов интерпретации данных

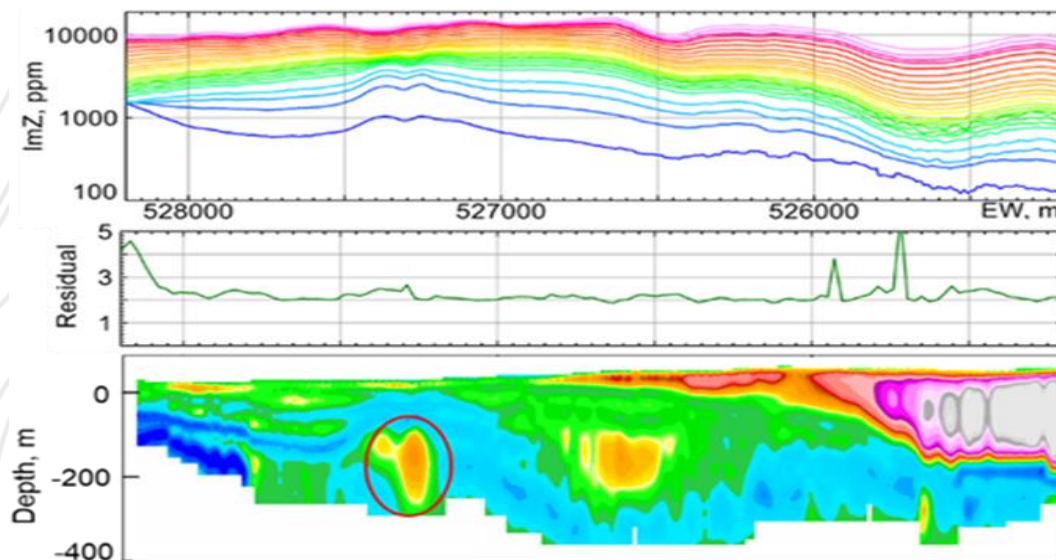
Аномальное магнитное поле и результаты комбинированной (FD&TD) инверсии данных



Результат инверсии временных данных



Результат инверсии частотных данных

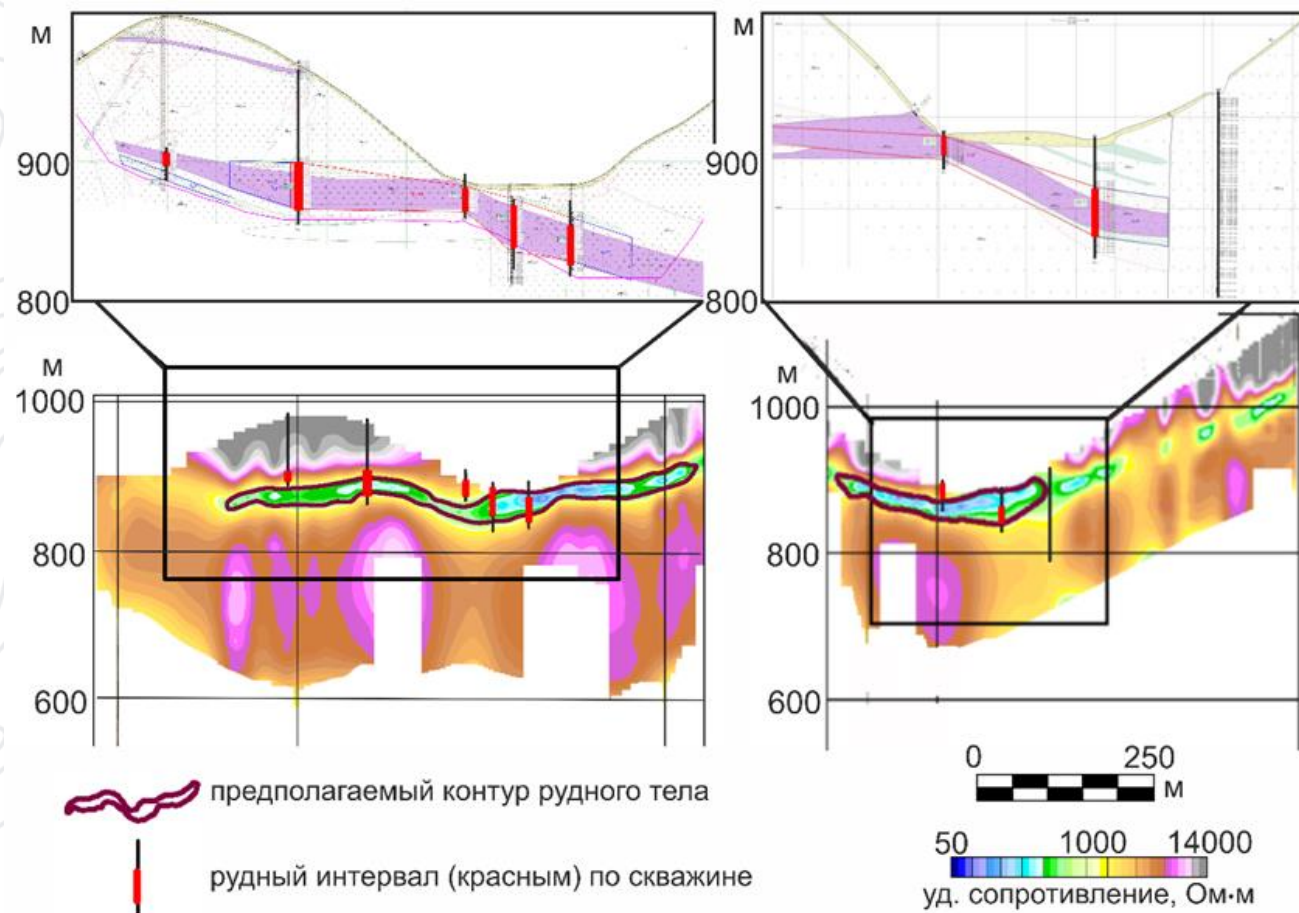


Практические результаты использования комбинированной электроразведки комплекса ЭКВАТОР на Дальнем Востоке

Поиски медно-никелевых руд в ультрамафитах кунманьенского комплекса.
Хабаровский край. 2023



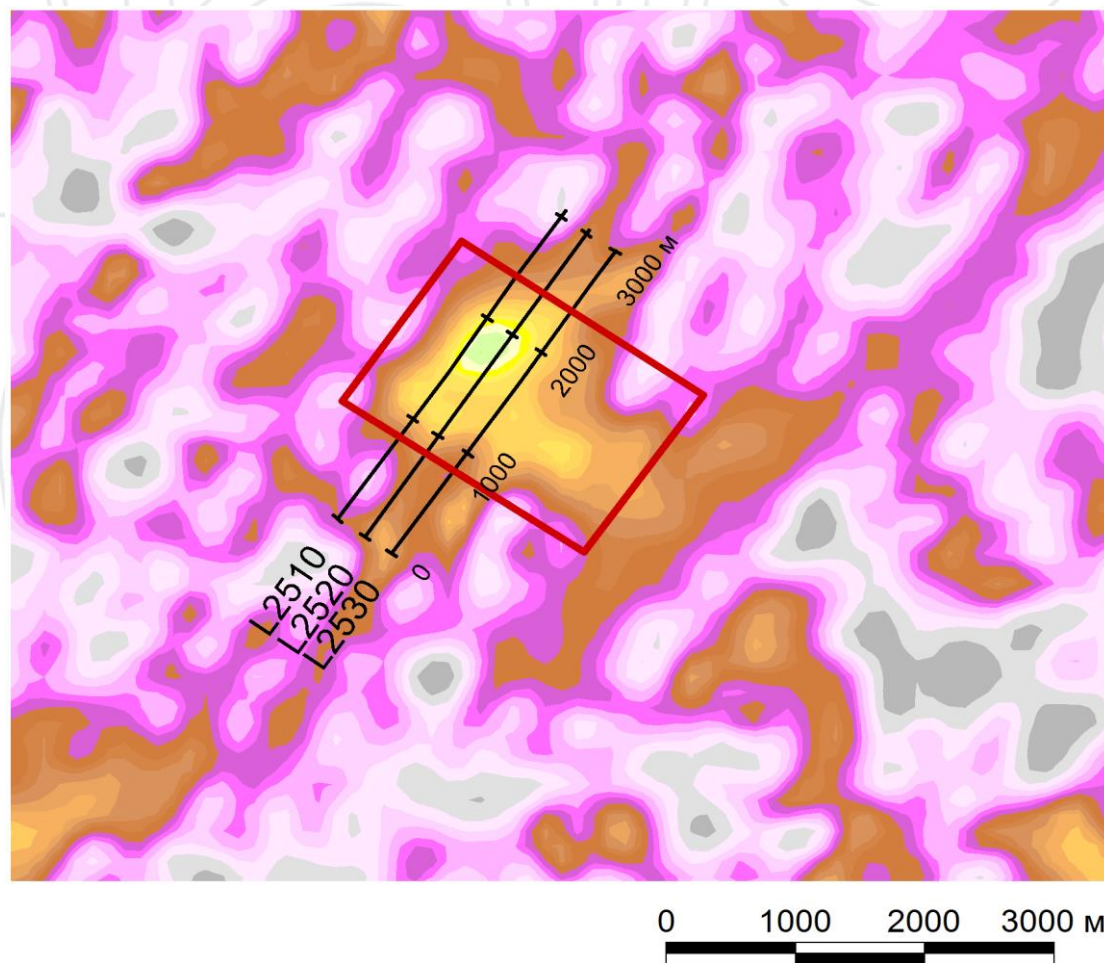
Геоэлектрические разрезы над известной рудной залежью



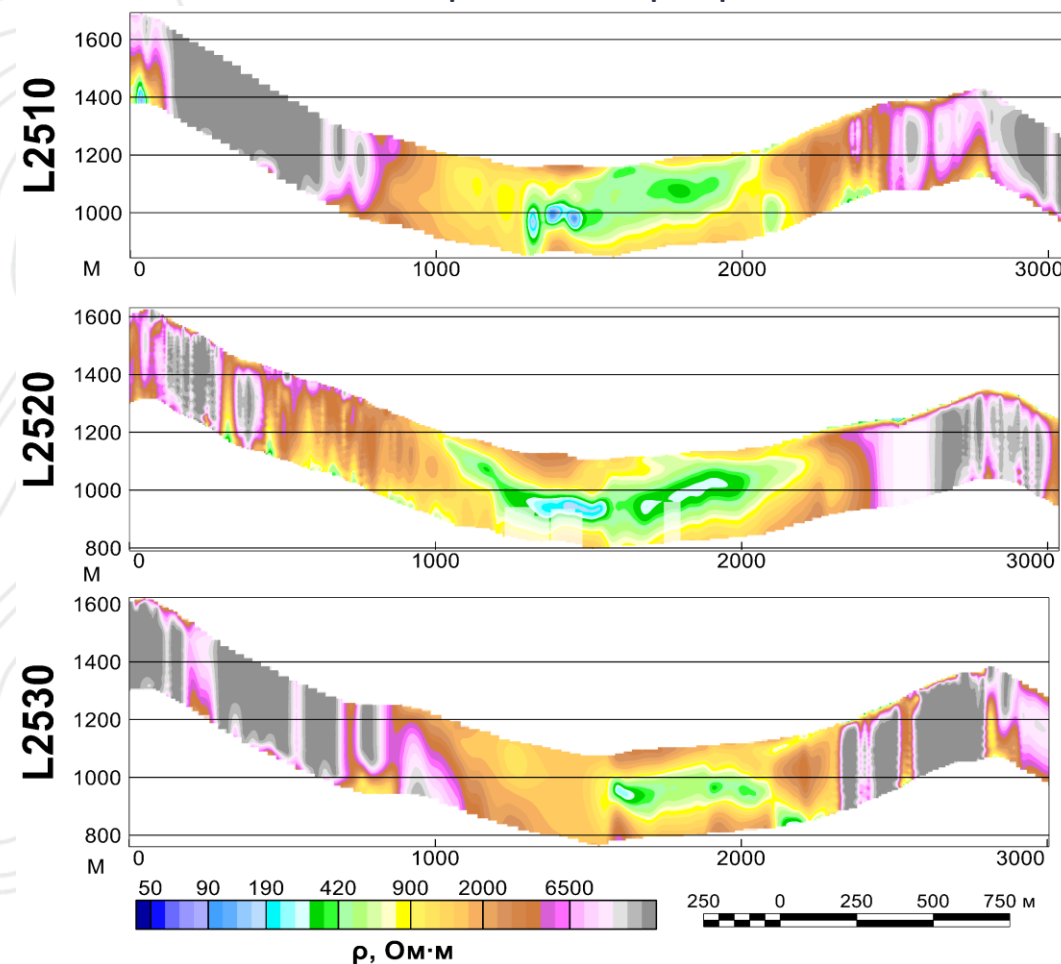
Практические результаты использования комбинированной электроразведки комплекса ЭКВАТОР на Дальнем Востоке

Поиски медно-никелевых руд в ультрамафитах кунманьенского комплекса.
Хабаровский край. 2023

Перспективный участок 2. Картирование объектов с аномально низкими сопротивлениями
Фрагмент карты кажущихся сопротивлений



Геоэлектрические разрезы

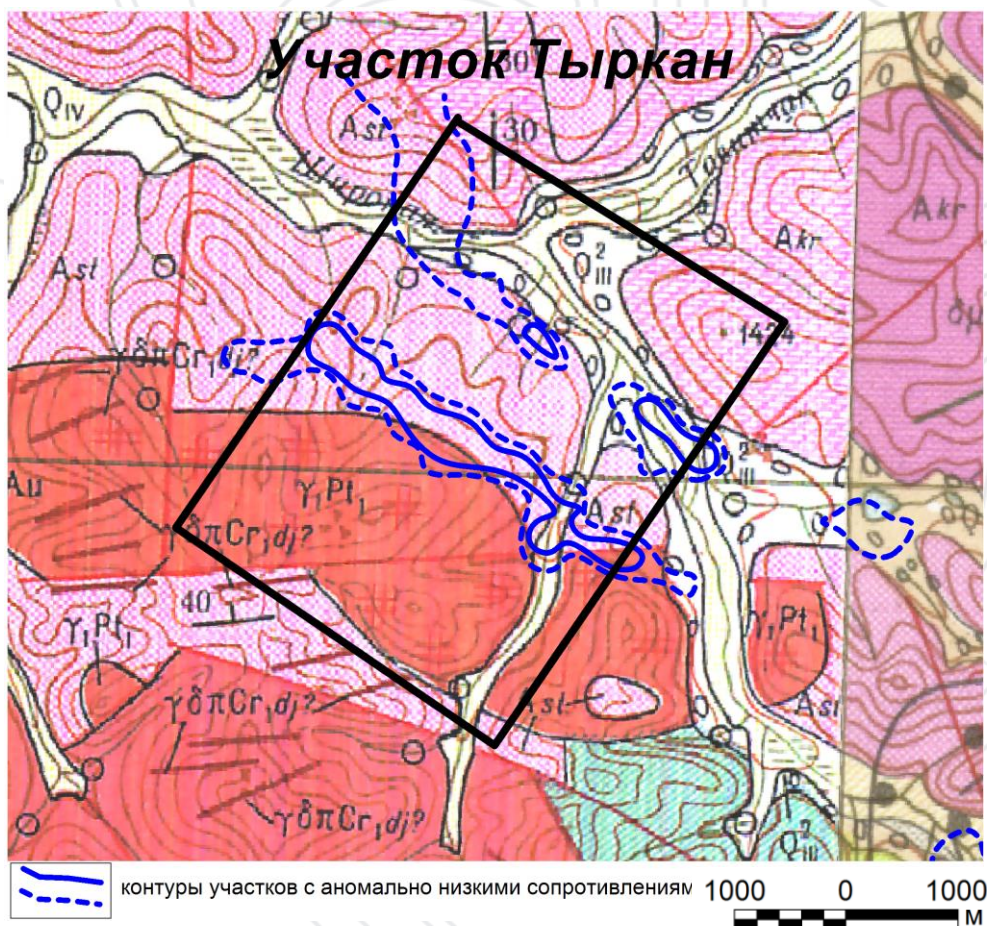


Практические результаты использования комбинированной электоразведки комплекса ЭКВАТОР на Дальнем Востоке

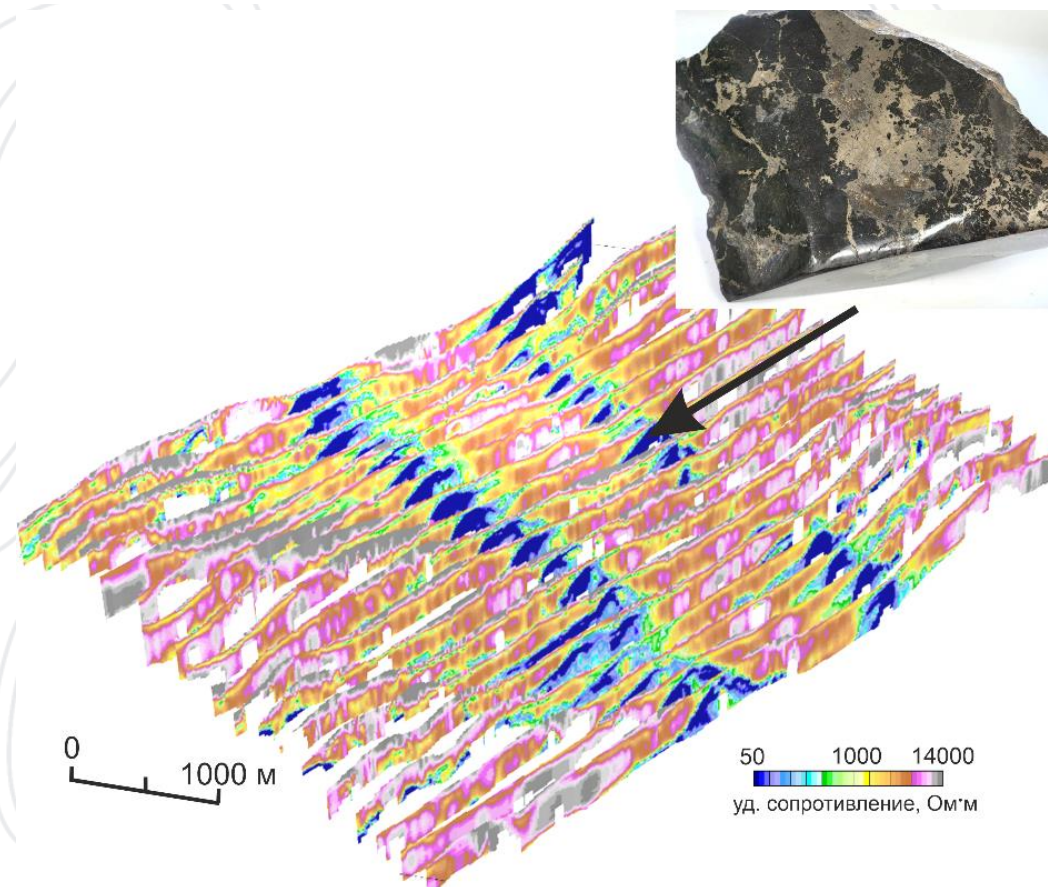
Поиски медно-никелевых руд в ультрамафитах кунманьенского комплекса.
Хабаровский край. 2023

Перспективный участок Тырман. Картирование объектов с аномально низкими сопротивлениями

Геологическая карта



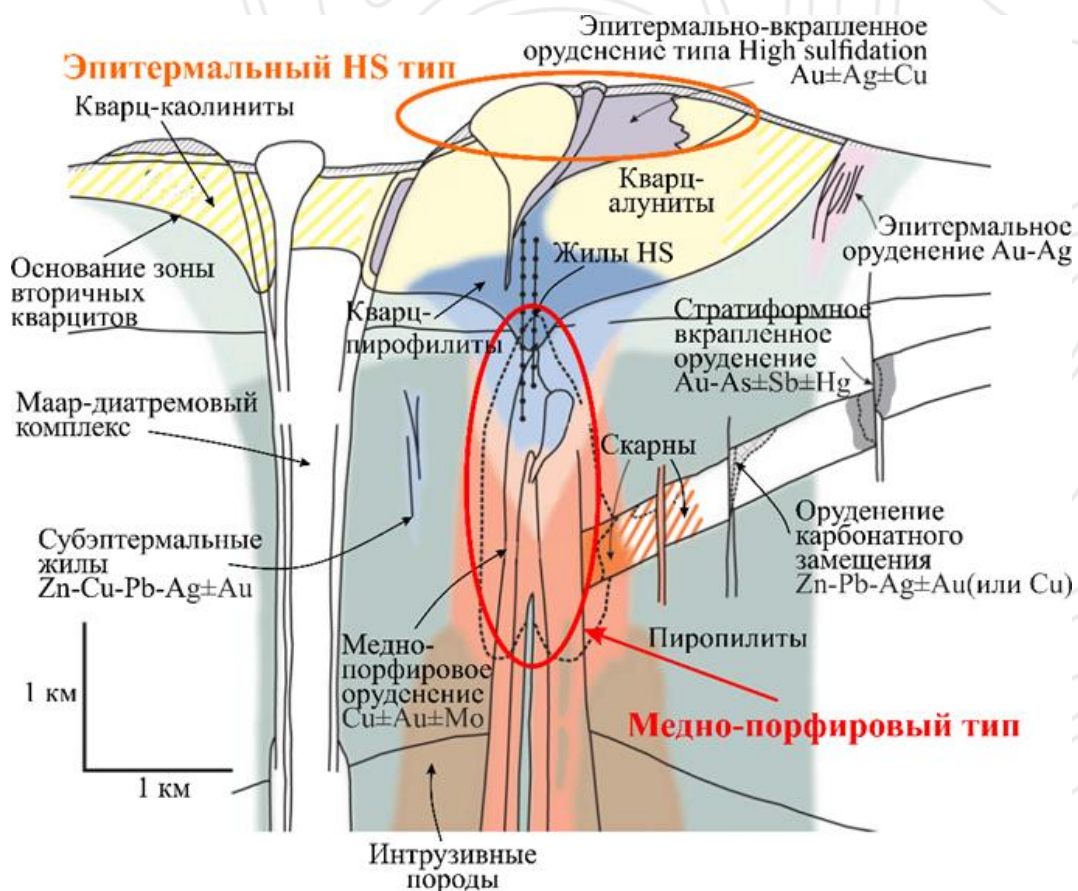
3-D Модель распределения удельных сопротивлений



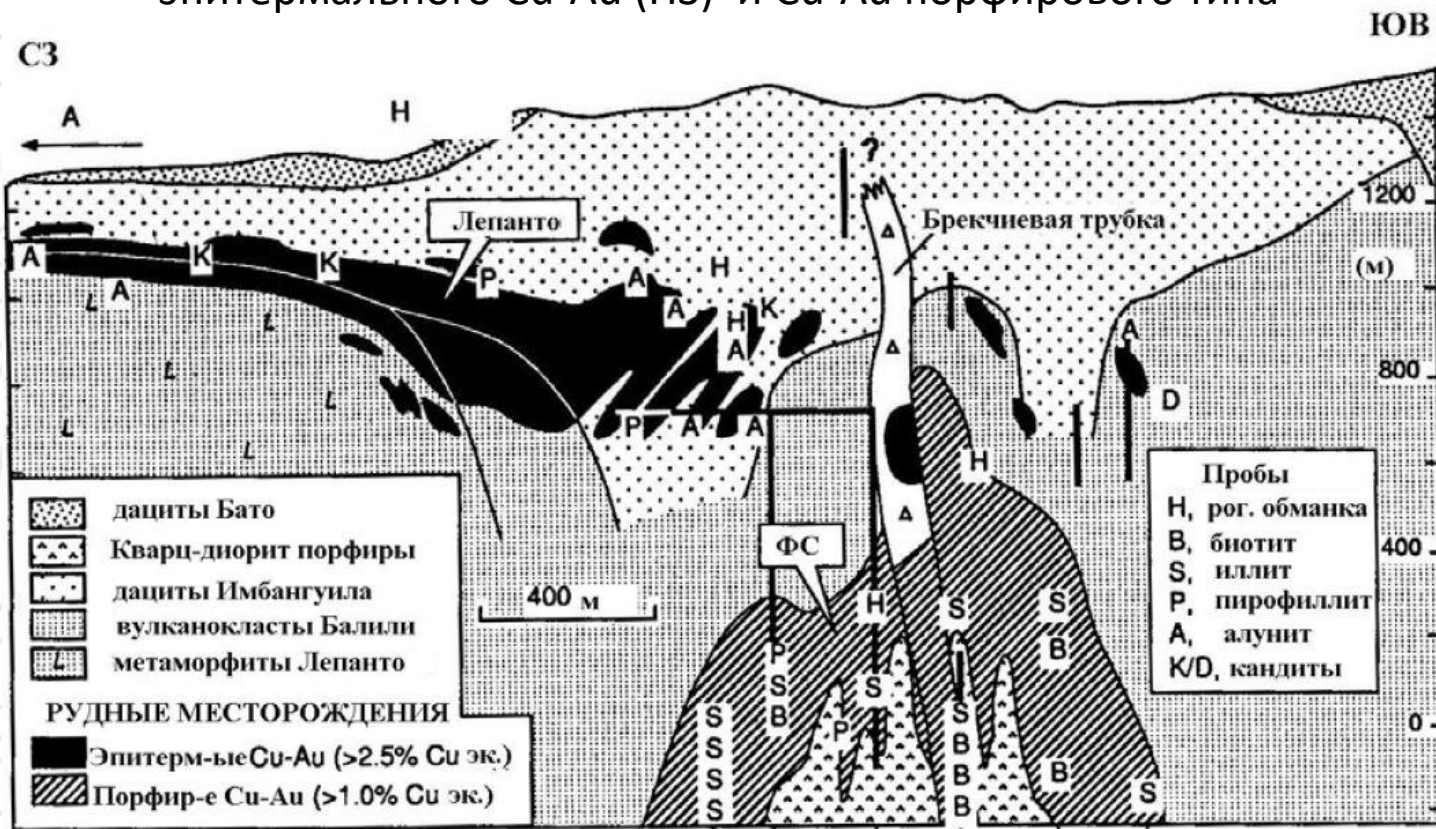
Практические результаты использования комбинированной электоразведки комплекса ЭКВАТОР на Дальнем Востоке

Поиски эпитермальных месторождений золота типа «хай сульфидейшн». Камчатка. 2021

Модель формирования крупных месторождений эпитермального (HS) и Cu-Au порфирового типа



Геологический разрез через месторождение Лепанто эпитеpмального Cu-Au (HS) и Cu-Au порфирового типа



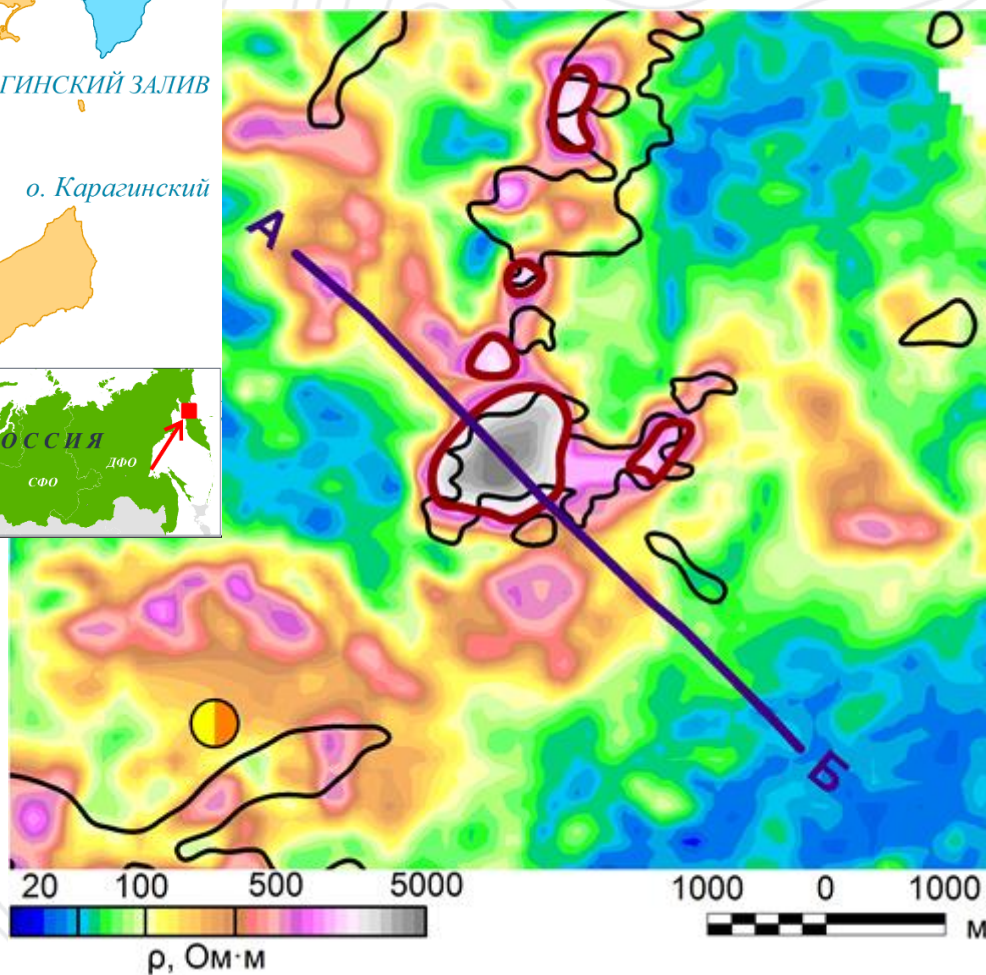
Практические результаты использования комбинированной электроразведки комплекса ЭКВАТОР на Дальнем Востоке

Поиски эпитермальных месторождений золота типа «хай сульфидейшн». Камчатка. 2021

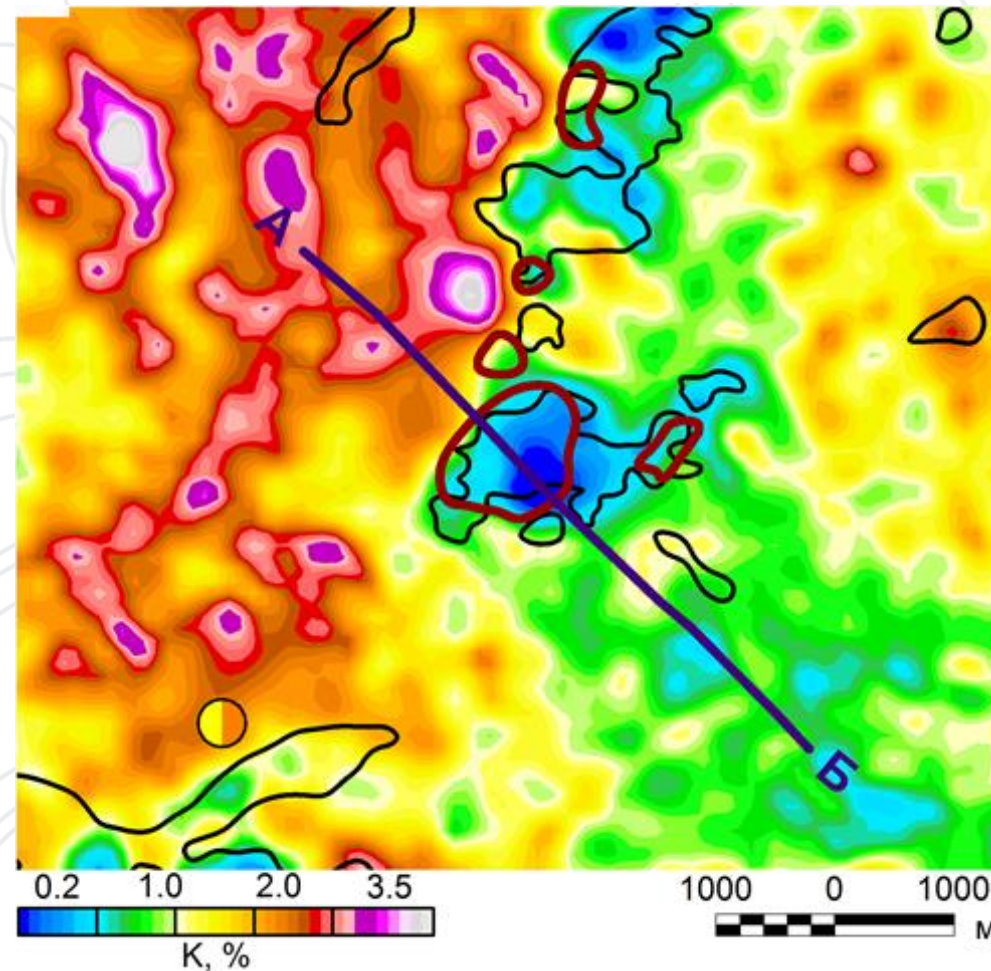


Участок Малетойваям

Карта кажущихся сопротивлений



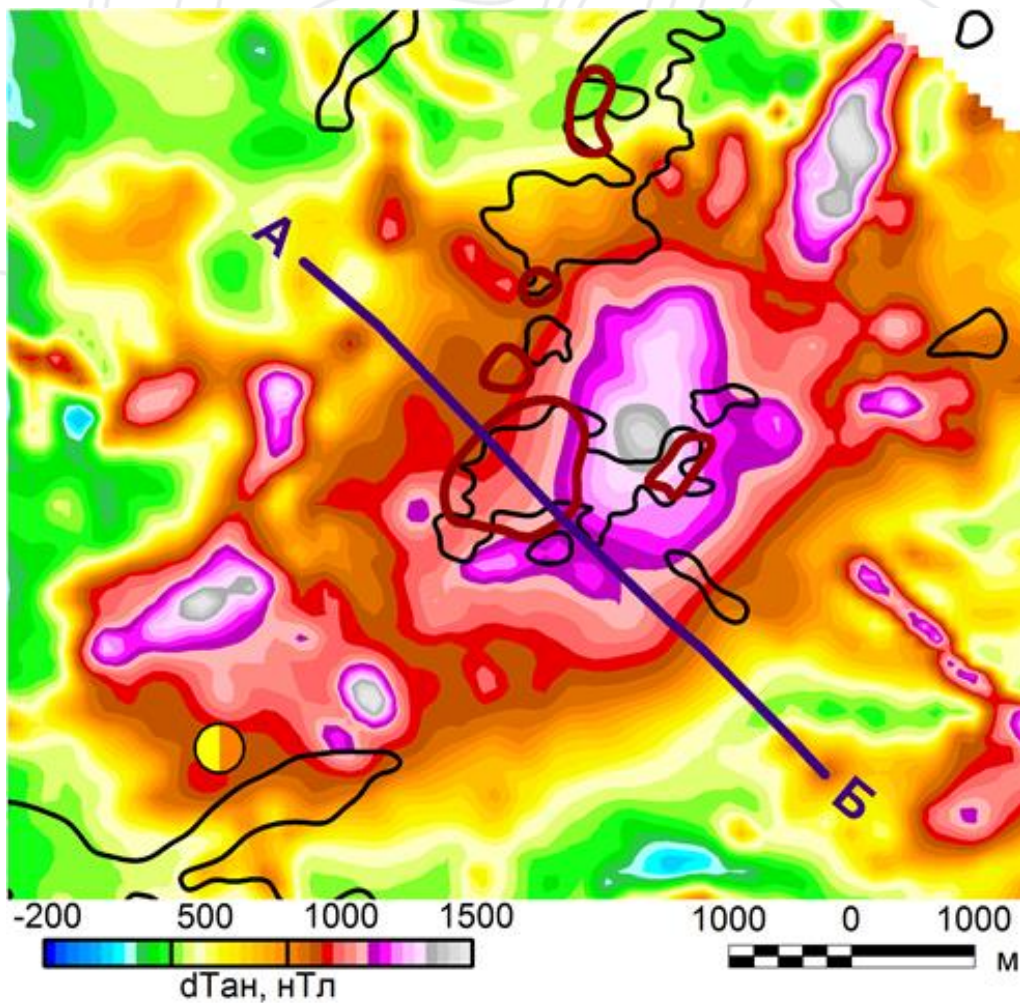
Карта содержаний калия



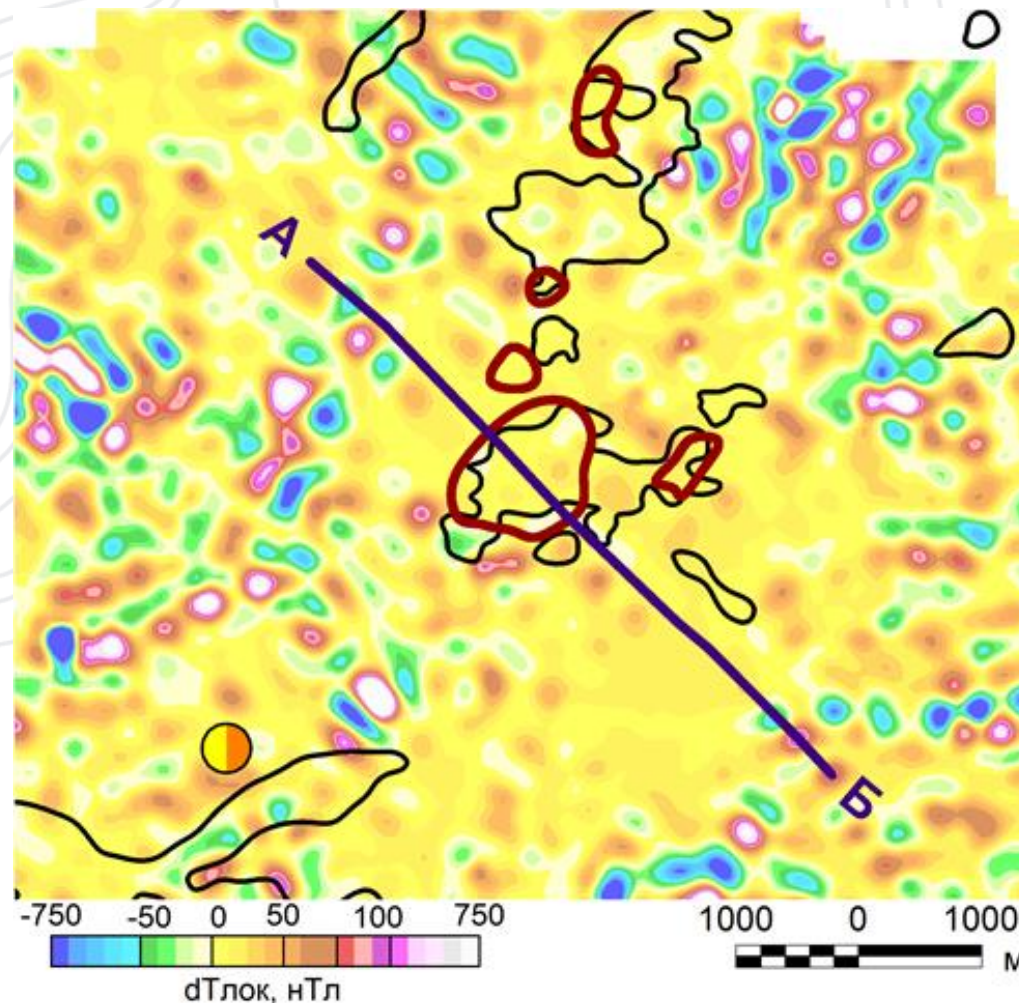
Поиски эпитермальных месторождений золота типа «хай сульфидейшн». Камчатка. 2021

Участок Малетой

Карта аномального магнитного поля



Карта локальной компоненты магнитного поля

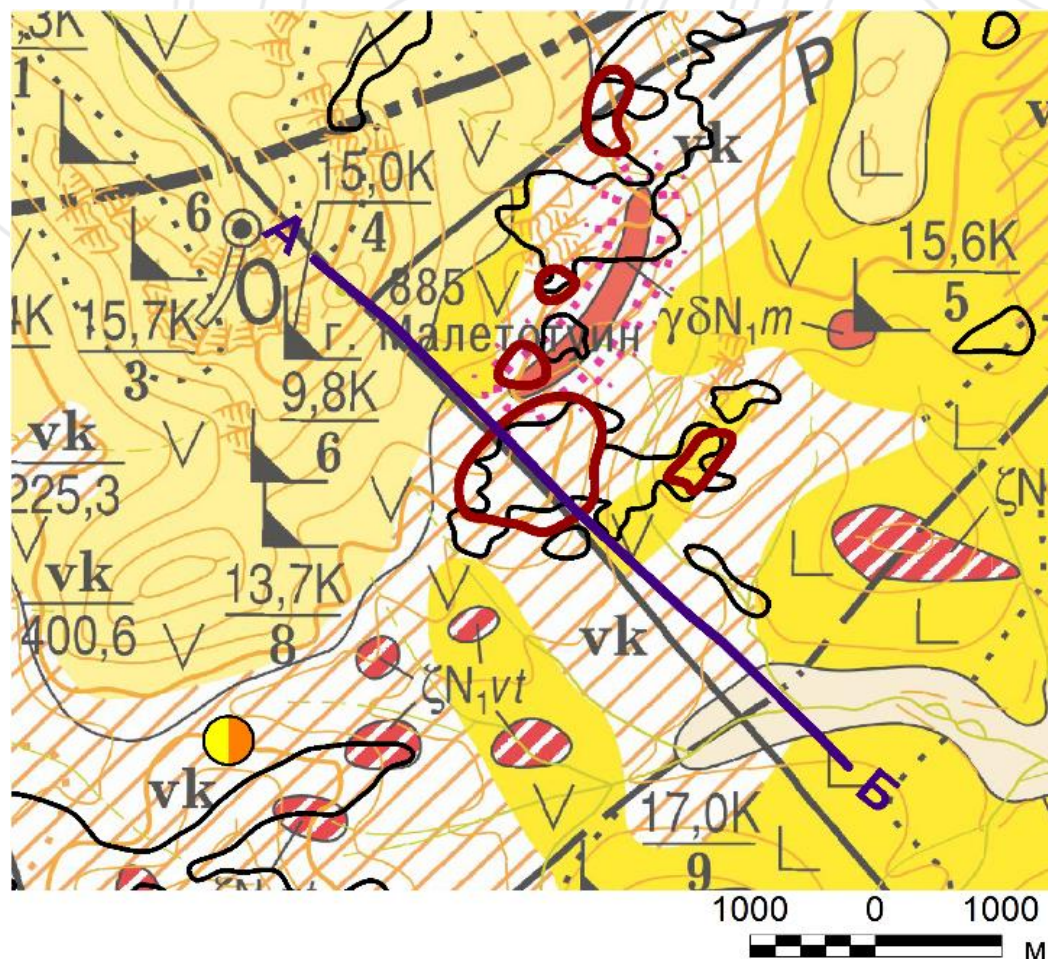


Практические результаты использования комбинированной электроразведки комплекса ЭКВАТОР на Дальнем Востоке

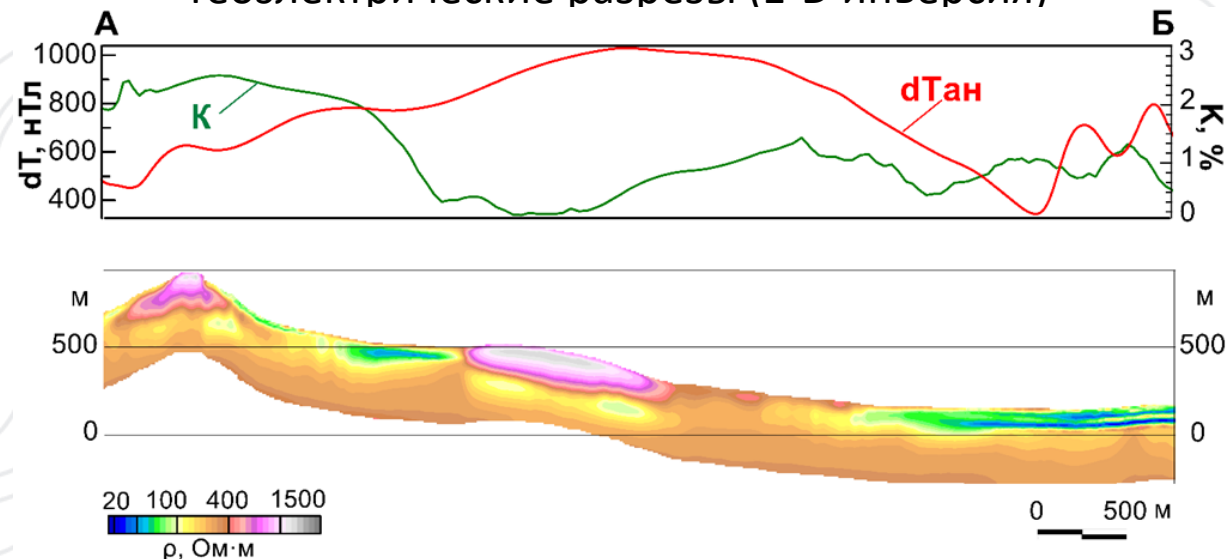
Поиски эпитермальных месторождений золота типа «хай сульфидейшн». Камчатка. 2021

Участок Малетой

Карта результатов интерпретации



Геоэлектрические разрезы (1-D инверсия)



Условные обозначения

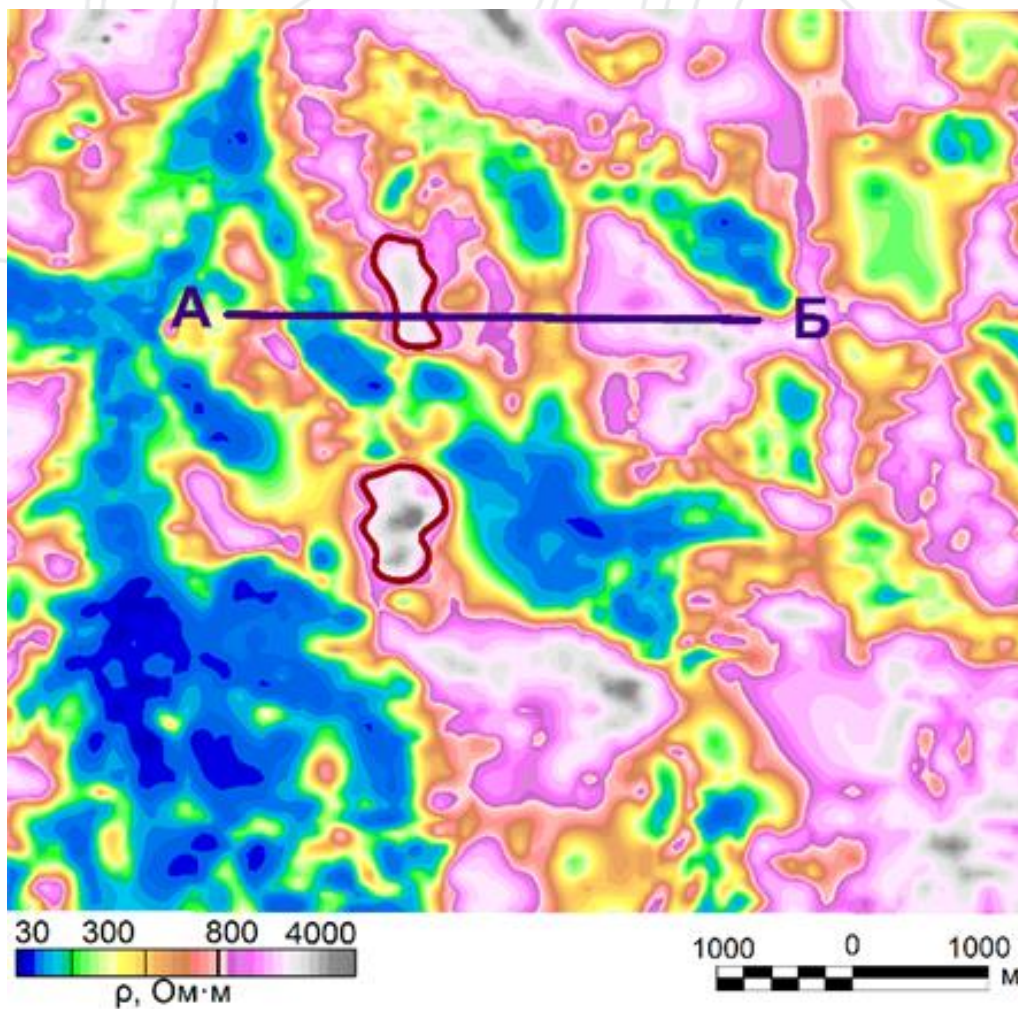
N_1vt_2	Андезиты, андезибазальты, андезидацины
N_1vt_1	Туфы, андезиты, андезибазальты
ζN_1vt	Штоки дацитов
$\gamma\delta N_1m$	Штоки гранодиоритов

vk	Вторичные кварциты
	Кварцевое ядро вторичных кварцитов
	Аномалии SiO_2 по снимкам ASTER
A — B	Линия геоэлектрического разреза

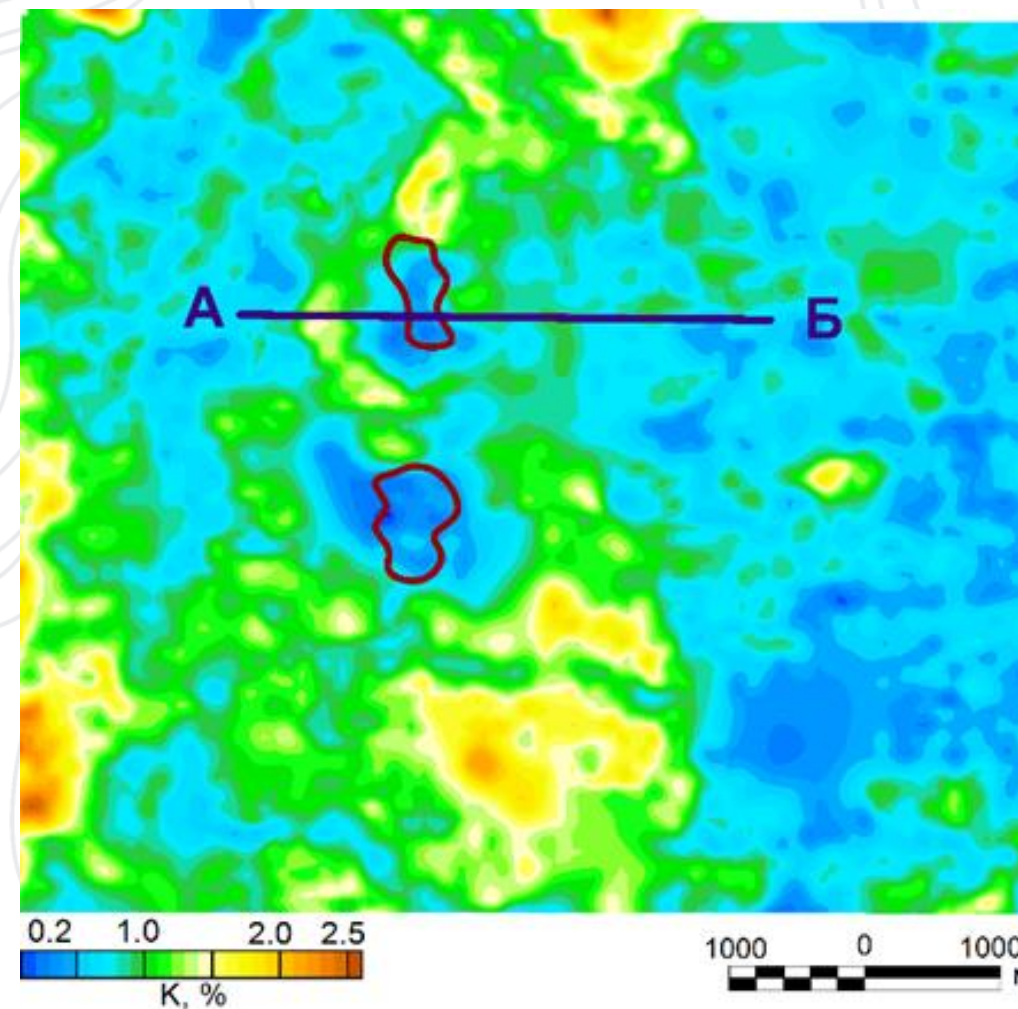
Поиски эпитермальных месторождений золота типа «хай сульфидейшн». Камчатка. 2021

Участок Ламут

Карта кажущихся сопротивлений



Карта содержаний калия

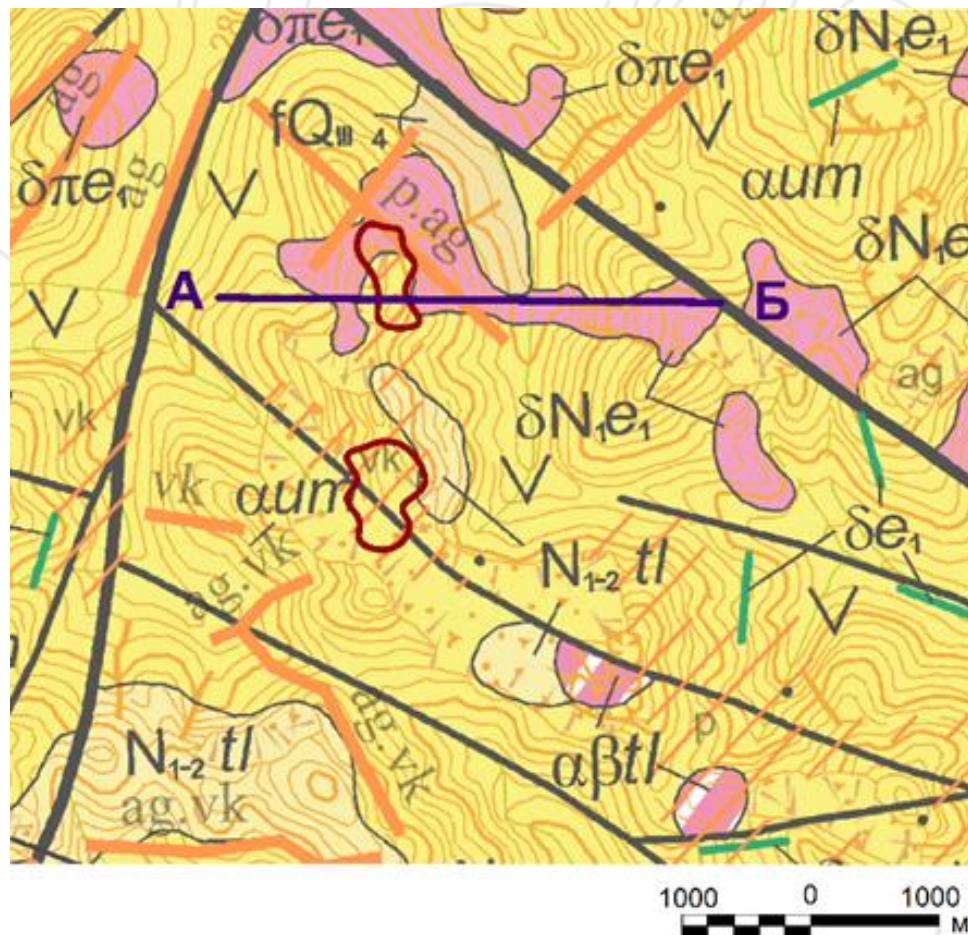


Практические результаты использования комбинированной электроразведки комплекса ЭКВАТОР на Дальнем Востоке

Поиски эпитермальных месторождений золота типа «хай сульфидейшн». Камчатка. 2021

Участок Ламут

Карта результатов интерпретации

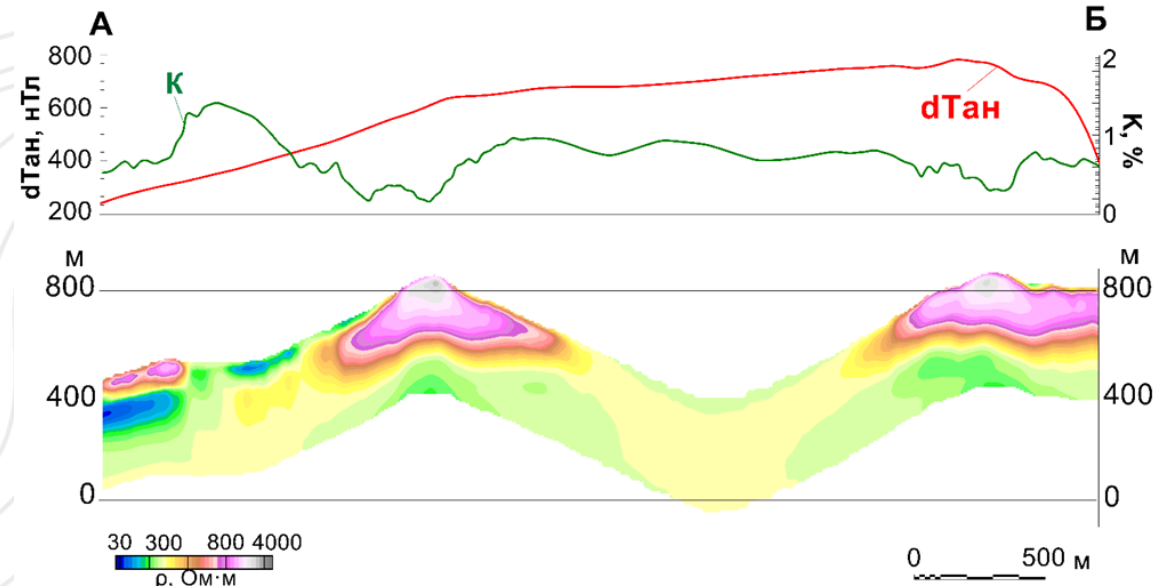


Условные обозначения

- $N_{1-2} tl$ Андезиты, дациты, туфы
- $\alpha\beta N_{1-2} tl$ Штоки андезибазальтов
- $N_1 um$ Туфы, кластолавы, лавобрекнии
- $\delta N_1 e_1$ Интрузии диоритов

- $\delta N_1 e_1$ Дайки диоритов
- Кварцевое ядро вторичных кварцитов
- А Б Линия геоэлектрического разреза

Геоэлектрические разрезы (1-D инверсия)



- **Комбинированная электромагнитная система** комплекса осуществляет электромагнитные зондирования как в частотной, так и во временной области это обеспечивает детальность изучения верхней части разреза и достаточную глубинность исследований. Инверсия с использованием частотных и временных данных существенно улучшает информативность и достоверность геоэлектрических разрезов.
- Система выполняет **высокоточные измерения** кажущихся сопротивлений среды в огромном динамическом диапазоне 0.1-15 000 Ом·м (пять порядков).
- **Аэрогеофизический комплекс ЭКВАТОР** является единственной, из доступных систем на территории России, где реализован принцип комбинированной электроразведки.
- Его использование позволяет локализовывать рудные залежи обогащенные сульфидами среди высокоомных ультрамафитов, а также уверенно картировать золотоносные вторичные кварциты, для которых характерны очень высокие сопротивления и отсутствие намагниченных и радиоактивных объектов в ВЧР.
- За последние годы с системой ЭКВАТОР получены **важные практические результаты** по обнаружению алмазоносных кимберлитов (Ангола, 2013 г.), сульфидных и пегматитовых руд (Руанда, 2017 г.), золото перспективных участков и месторождений (Восточная Сибирь, Камчатка, 2019-2023 гг.) и поиску палеодолин в Хиагдинском рудном поле (республика Бурятия, 2024 г.).

«Look deep into nature, and then you will understand everything better»
- Albert Einstein



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!



+7 499 344 04 24

info@geotechnologies.ru

[www. geotechnologies.ru](http://www.geotechnologies.ru)