

3D

**Радиоволновая геоинтроскопия межскважинного
пространства:**

Поиск глубокозалегающих месторождений полезных ископаемых

РВГИ - способ «визуализации» внутреннего строения геологической среды в пространстве между скважинами

Метод радиоволнового просвечивания (РВП) разработан в СССР в 1960-1980 годах и широко применялся при поисках и разведке месторождений золота и цветных металлов.

Разработанная в фирме «Радионда» современная модификация метода - **РВГИ** – обладает следующими основными свойствами:

- ✗ *повышенная дальность исследований (до 2000 м);*
- ✗ *управляемая с поверхности многочастотная скважинная измерительная аппаратура с диапазоном частот (0.03 - 50 МГц);*
- ✗ *резонансный излучатель с регистрацией параметров, короткие антенны;*
- ✗ *количественный учет электрической анизотропии геологической среды;*
- ✗ *волновой метод восстановления, способы выявления дифракционных аномалий;*
- ✗ *3D-геоэлектрическое картирование.*

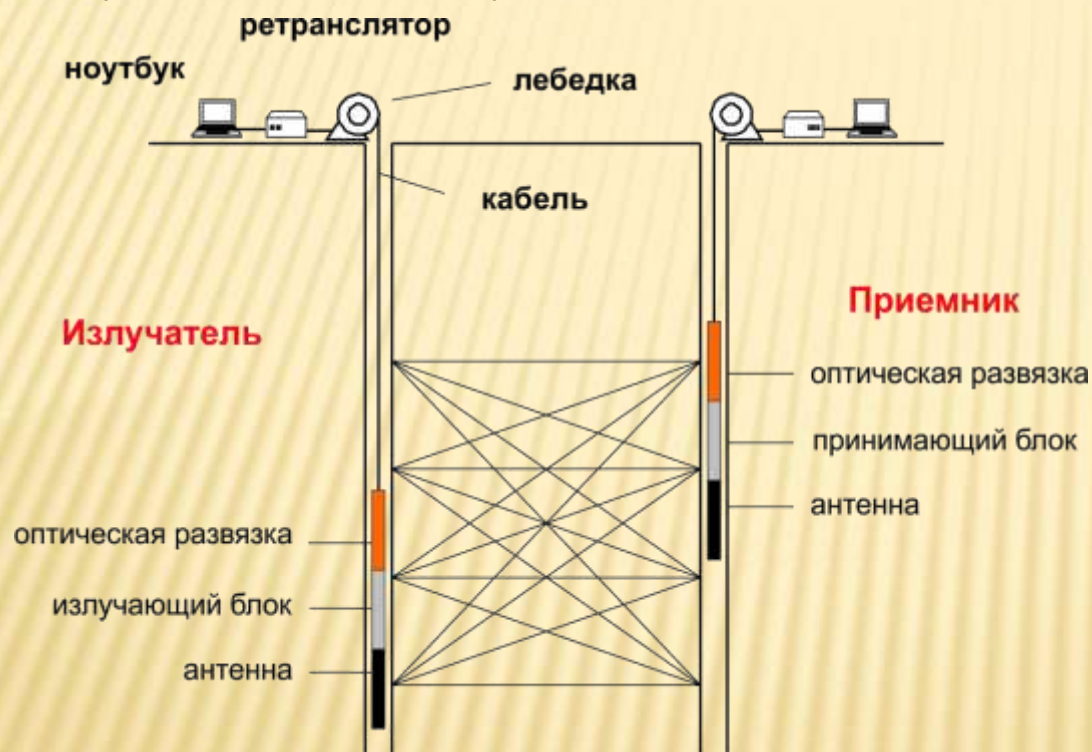
**ООО "Радионда" является разработчиком
нескольких промышленно применяемых технологий, имеет лицензии и патенты РФ
Изготавливает радиоволновую аппаратуру РВГИ-07 и ОРВП-МЧ**

Аппаратура сертифицирована

**Универсальность технологии РВГИ позволяет адаптировать ее
к различным геоэлектрическим и технологическим условиям
для решения разных геологических и технических задач,
включая 4-D пространственно-временной мониторинг.**

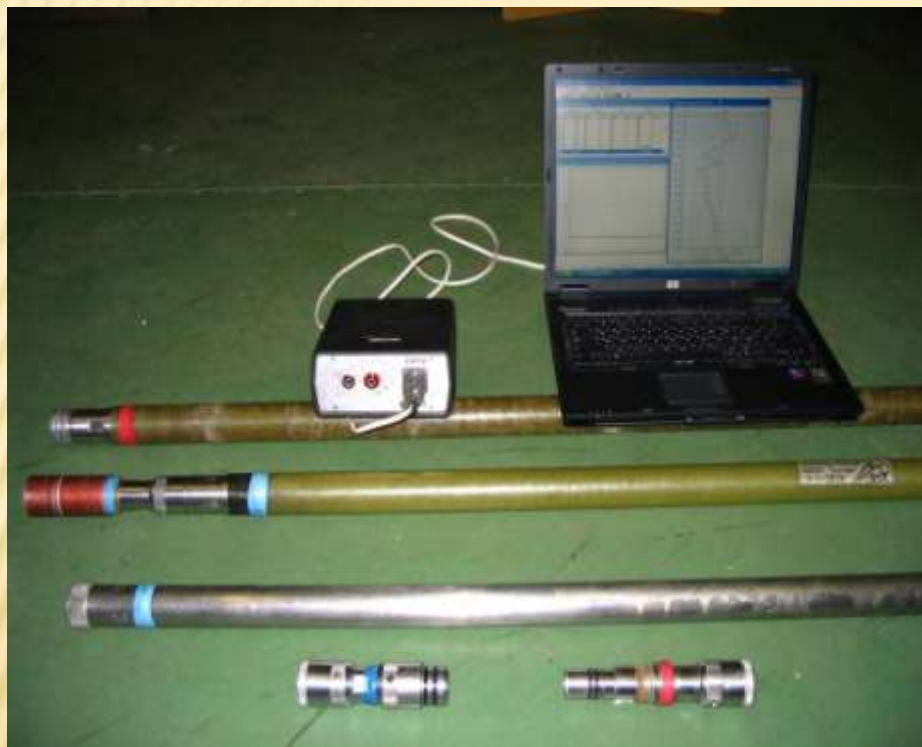
Схема измерений

Метод РВГИ межскважинного пространства основан на зависимости гармонического сигнала от электрического сопротивления пород, расположенных на трассе распространения волны от излучателя к приемнику.



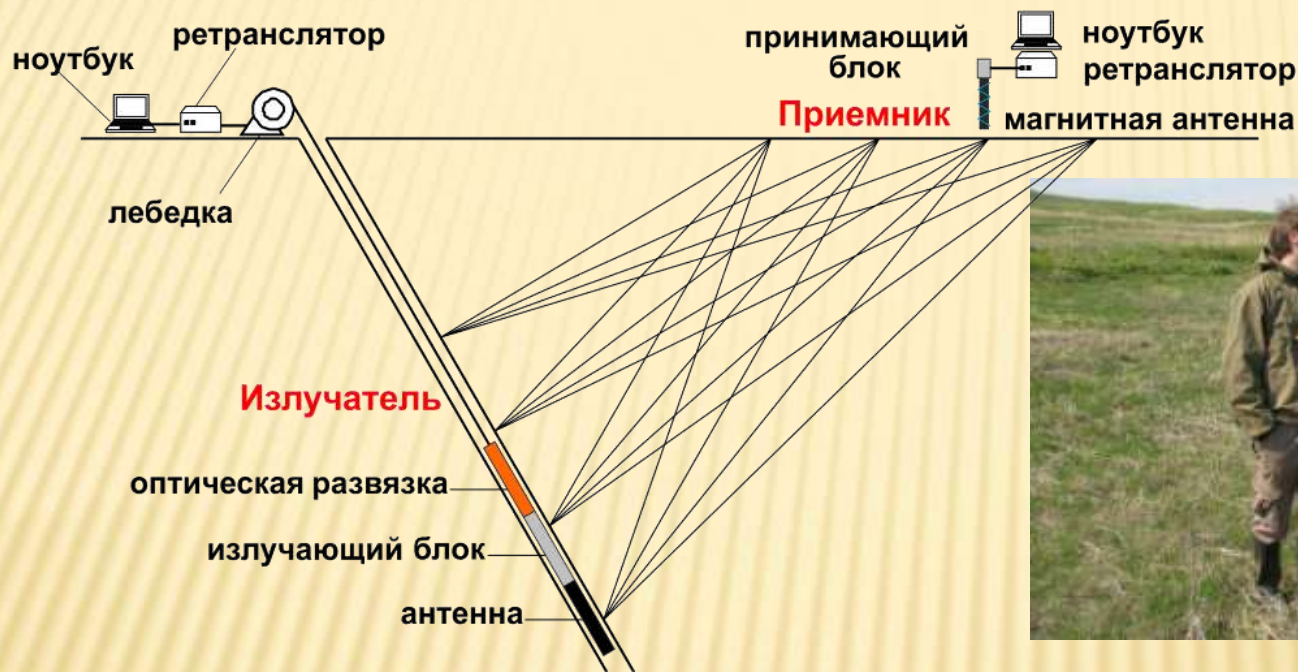
Межскважинные измерения проводятся по веерной схеме.

Аппаратура РВГИ



На слайде показан внешний вид аппаратуры РВГИ: антенна, оптическая развязка, излучатель, согласующее устройство, ноутбук. Приемная часть аппаратуры выглядит аналогично. На второй фотографии оператор опускает собранный прибор в скважину.

Схема измерений (СП)



Один из операторов проводит измерения и запись сигнала, а второй оператор фиксирует приемную антенну на пикете профиля.

Измерения вариантом скважина-поверхность также проводятся по веерной схеме. Излучатель расположен в скважине на определенной глубине, приемником проводятся измерения вдоль наземного профиля. Затем излучатель перемещается на следующую глубину и снова проводятся измерения приемником вдоль профиля.

Основные параметры съемки

Возможность проведения измерений на различных дискретных частотах из диапазона 30 кГц – 31 МГц позволяет использовать метод РВГИ для решения различных задач в разных геоэлектрических условиях.

Адаптация системы РВГИ к конкретной обстановке состоит в обеспечении максимальной эффективной дальности метода при необходимой разрешающей способности съемки.

Параметры разрешения метода РВГИ в различных условиях

Сопротивление пород, (Ом·м)	1000	100	10
Эффективная дальность, (м)	700	250	70
Рабочая частота, (кГц)	1000	312	40
Минимальный размер обнаруживаемой неоднородности, (м)	90	30	12
Точность локализации кромки объекта, (м)	30	10	4

Обработка данных РВГИ

Обработка данных РВГИ осуществляется пакетом ПО, разработанным в ООО «Радионда», который дает возможность:

По измерениям в отдельном сечении (между двумя скважинами) построить **детальный геоэлектрический разрез**.

При измерениях по регулярной буровой сети провести комплексную обработку всех данных и получить трехмерную матрицу эффективных электрических сопротивлений (**3D геоэлектрическую карту**). Карта может быть представлена в виде горизонтальных и вертикальных сечений (геоэлектрические планы и разрезы) или изоповерхности по заданному значению эффективного сопротивления .

Пакет позволяет провести предварительный анализ полученных данных, количественно определить **электрическую анизотропность** вмещающих пород, учесть ее влияние при построении геоэлектрических карт и разрезов, выявить дифракционные аномалии, **выделить и оконтурить локальную неоднородность**.

Примеры применения метода РВГИ

Алмазное месторождение кимберлитового типа. Якутия
Обследование территории на безрудность

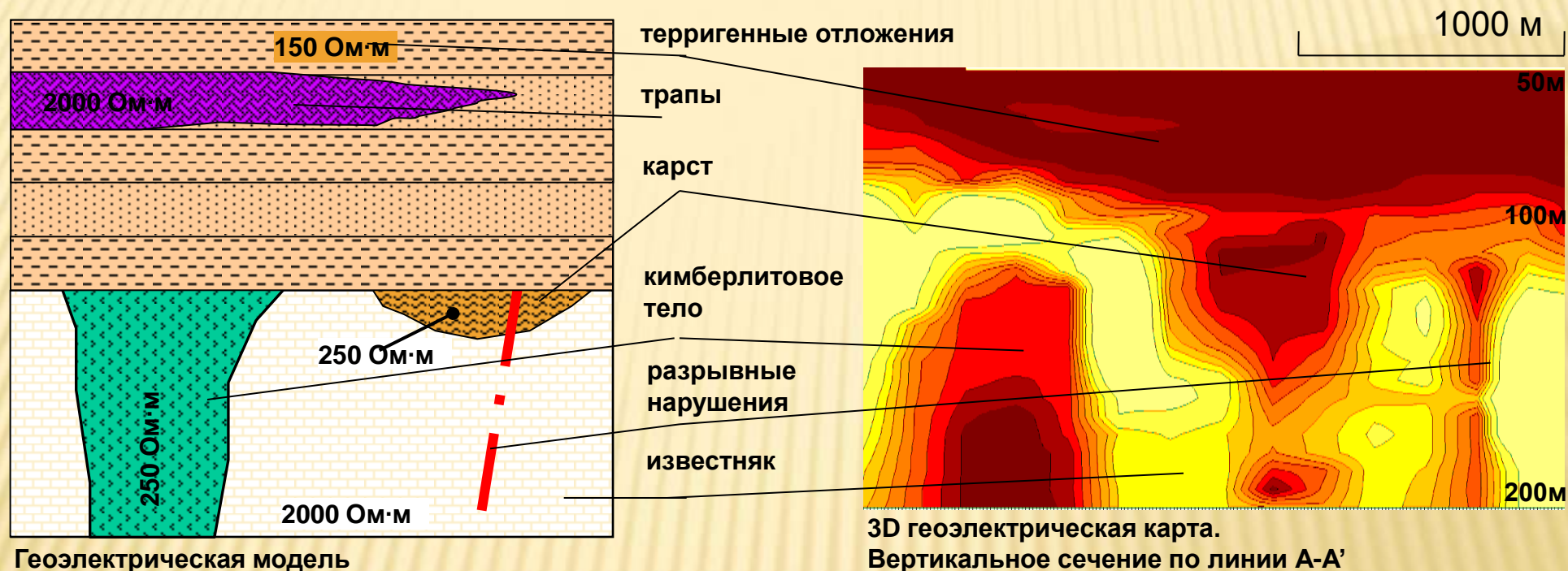
Месторождение руд медно-молибден-порфировой формации. Карелия
Подсчет запасов по категории С2

Месторождение хромово-медно-никелево-платинометальных руд. Карелия
Геологическая интерпретация данных РВГИ

Золоторудное с медью и молибденом месторождение. Восточный Казахстан
Локализация рудных залежей

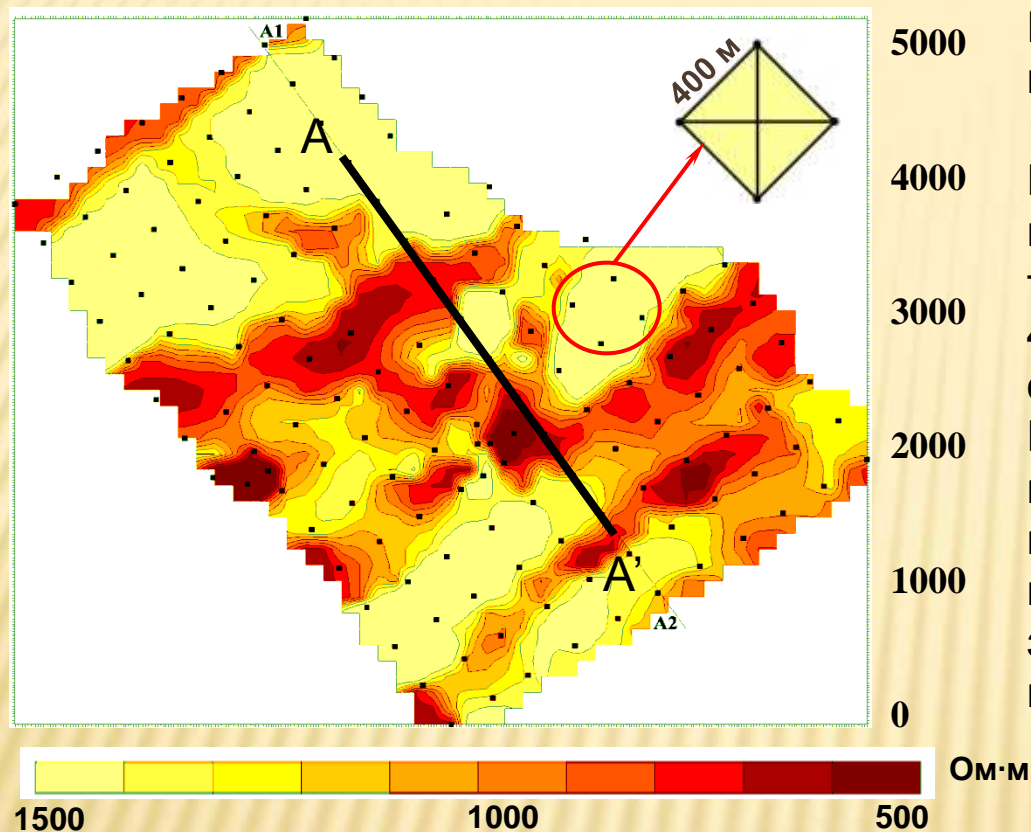
Цинковые месторождения. Северный Казахстан
Локализация карстовых полостей

Алмазное месторождение кимберлитового типа. Якутия



Геологический разрез кимберлитовых месторождения представлен двухслойной средой. Неоднородность верхней толщи, осложненной траппами, затрудняет использование наземных методов. Применение РВГИ в пределах нижней карбонатной толщи позволило построить 3D геозлектрическую карту, на которой отчетливо выделяются кимберлитовая трубка, области древнего карста и разломы.

Алмазное месторождение кимберлитового типа. Якутия

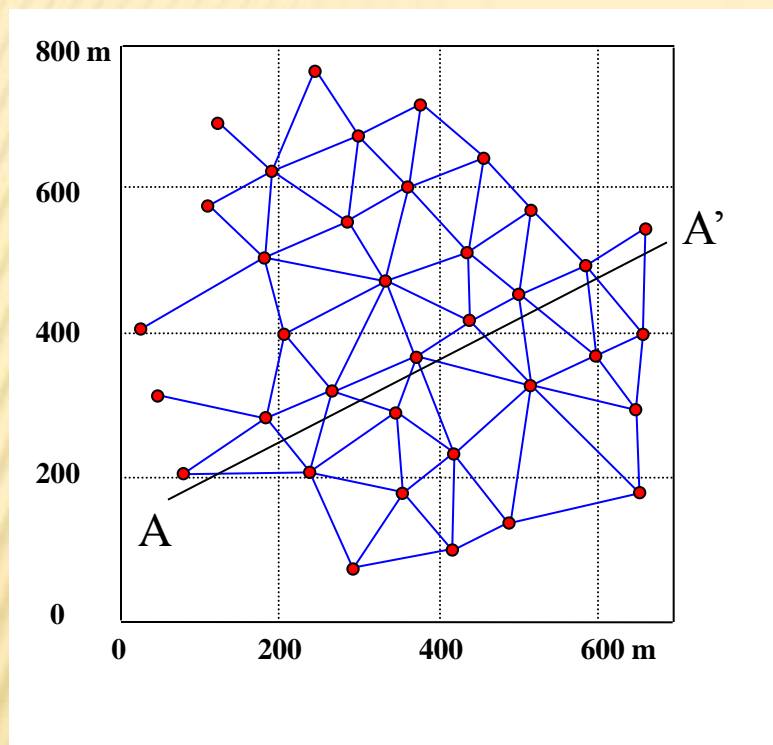


3D геоэлектрическая карта.
Горизонтальное сечение на глубине 145 м.

Поиски кимберлитовых трубок проводятся с применением бурения по сети 200х200 м или 100х100 м с последующей детализацией. Картирование межскважинного пространства методом РВГИ позволило исследовать территорию в 26 кв.км по сети скважин 400х400м и надежно оконтурить безрудные области.

По результатам этих работ 72% исследованной площади было признано гарантированно безрудной (желтый цвет на карте). Этот результат был подтвержден заверочным бурением по отдельным профилям.

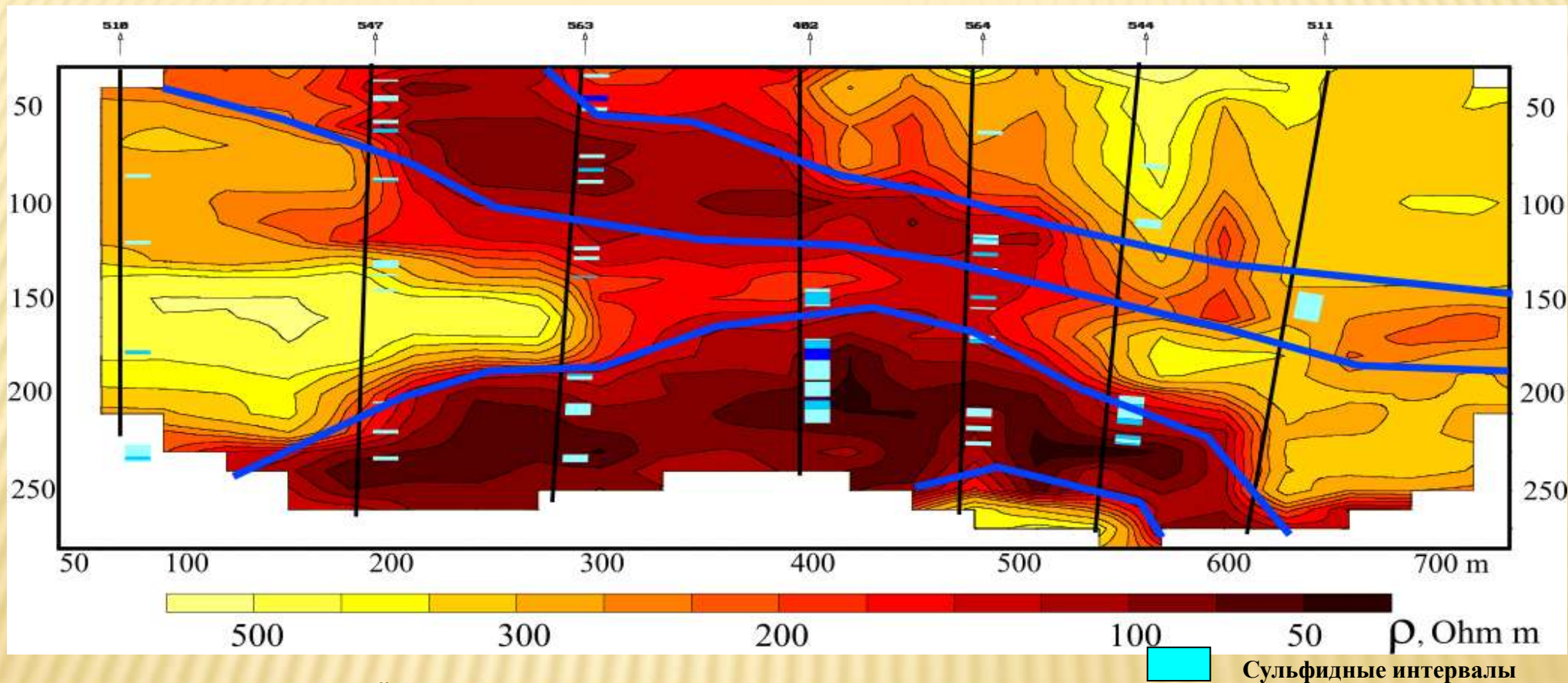
Месторождение руд медно-молибден-порфировой формации. Карелия



Лицензионная разведочная площадь разбурена скважинами глубиной 350 м. Расстояние между скважинами составляло в среднем 150 м. Измерения РВГИ были проведены в 82 сечениях, в обработке использованы данные по 44 000 измерений.

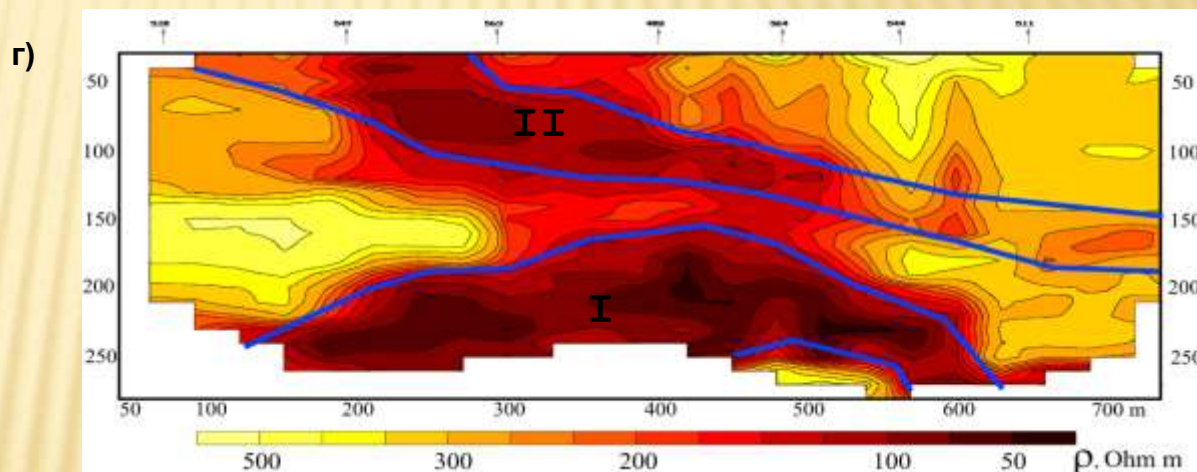
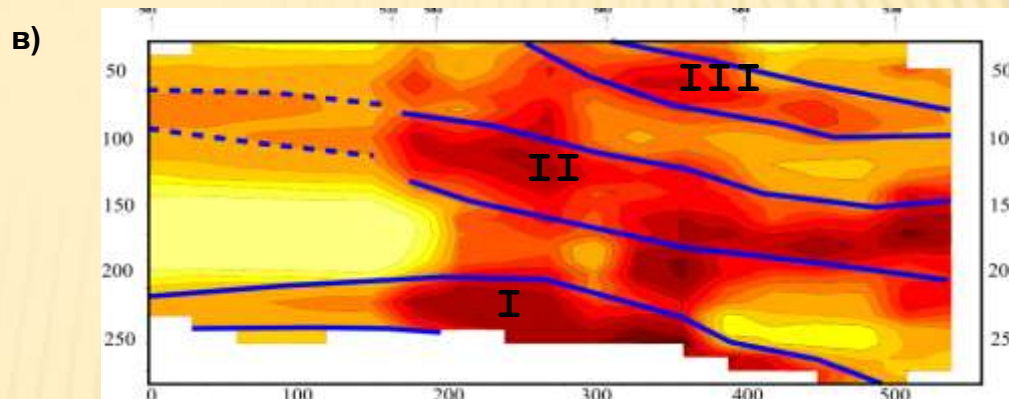
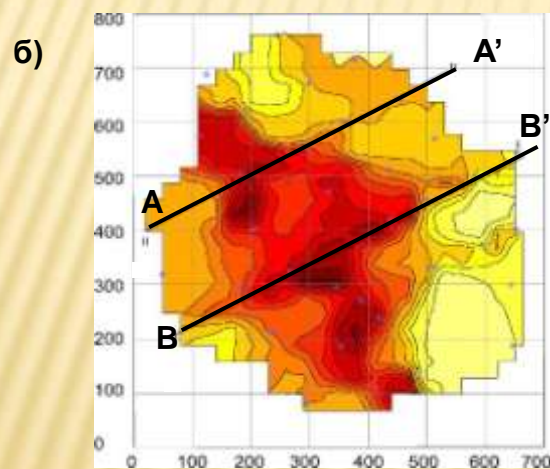
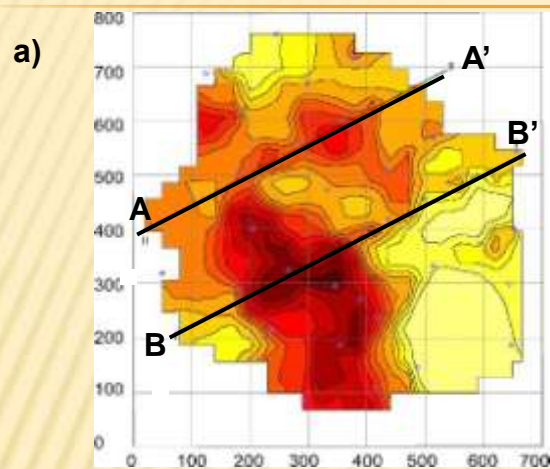
Схема размещения скважин и сечений РВГИ

Месторождение руд медно-молибден-порфировой формации. Карелия



Применение РВГИ позволило провести корреляцию рудных подсечений, выделить отдельные рудные горизонты и несколько рудных тел. Первоначальная концепция геологического строения и морфологии месторождения была изменена.

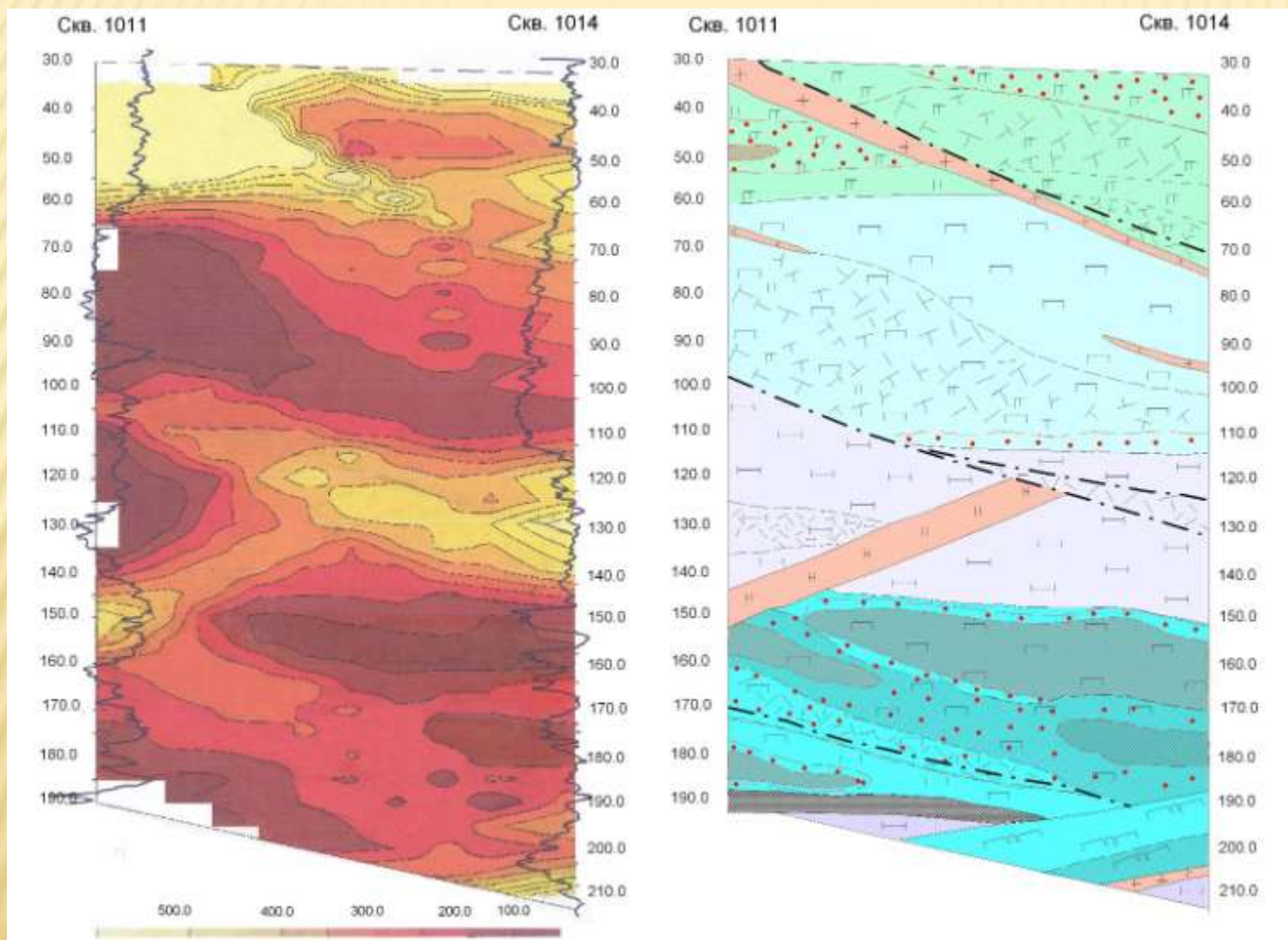
Месторождение руд медно-молибден-порфировой формации. Карелия



Фрагменты 3D геоэлектрической карты: а) план на глубине 140м, б) план на глубине 210м, в) разрез по линии А-А', г) разрез по линии В-В'. I,II,III – номера рудных тел.

Трехмерная карта сопротивлений учитывалась при подсчете запасов. Полученные данные составили базу расширения лицензионной разведочной площади.

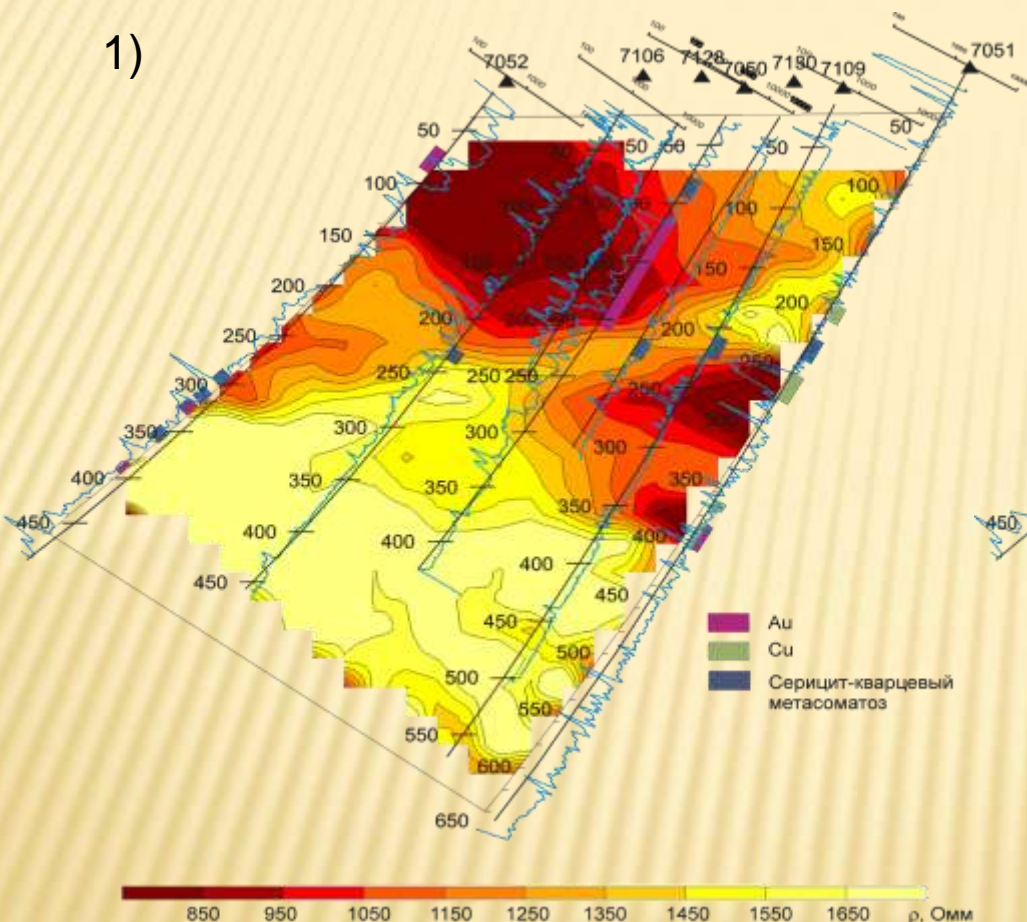
Месторождение медно-никелево-платинометалльных руд. Карелия



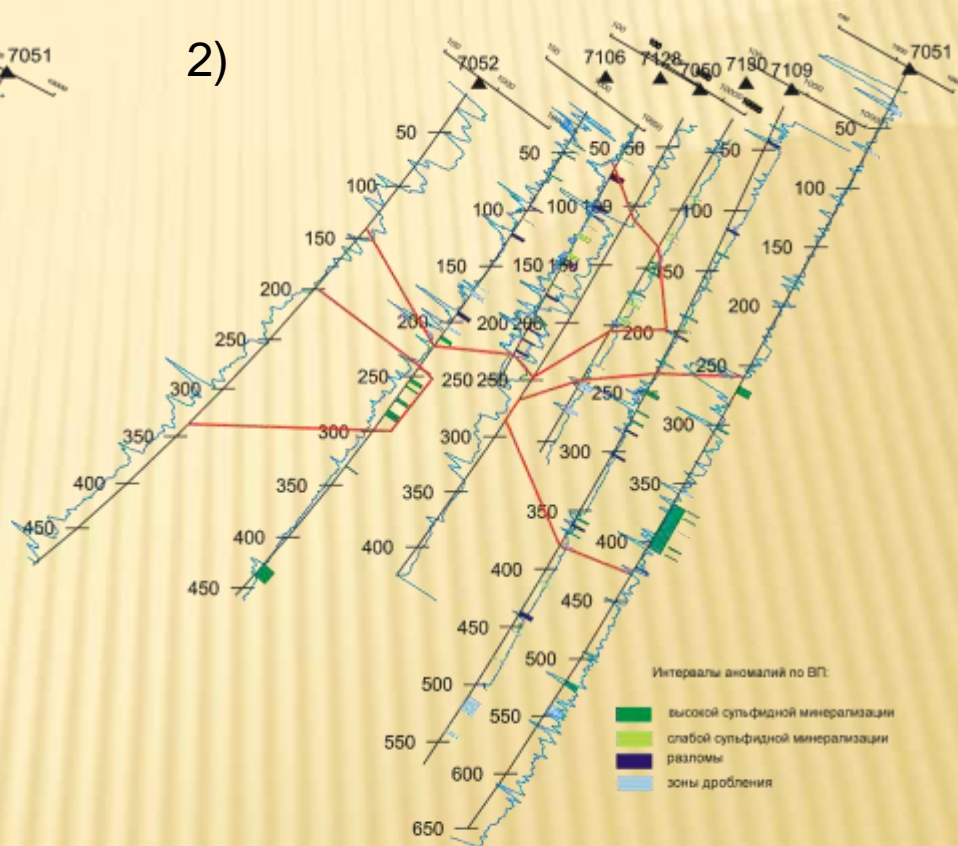
Пример
геологической
интерпретации
данных РВГИ

Золоторудное с медью и молибденом месторождение. Восточный Казахстан

1)



2)

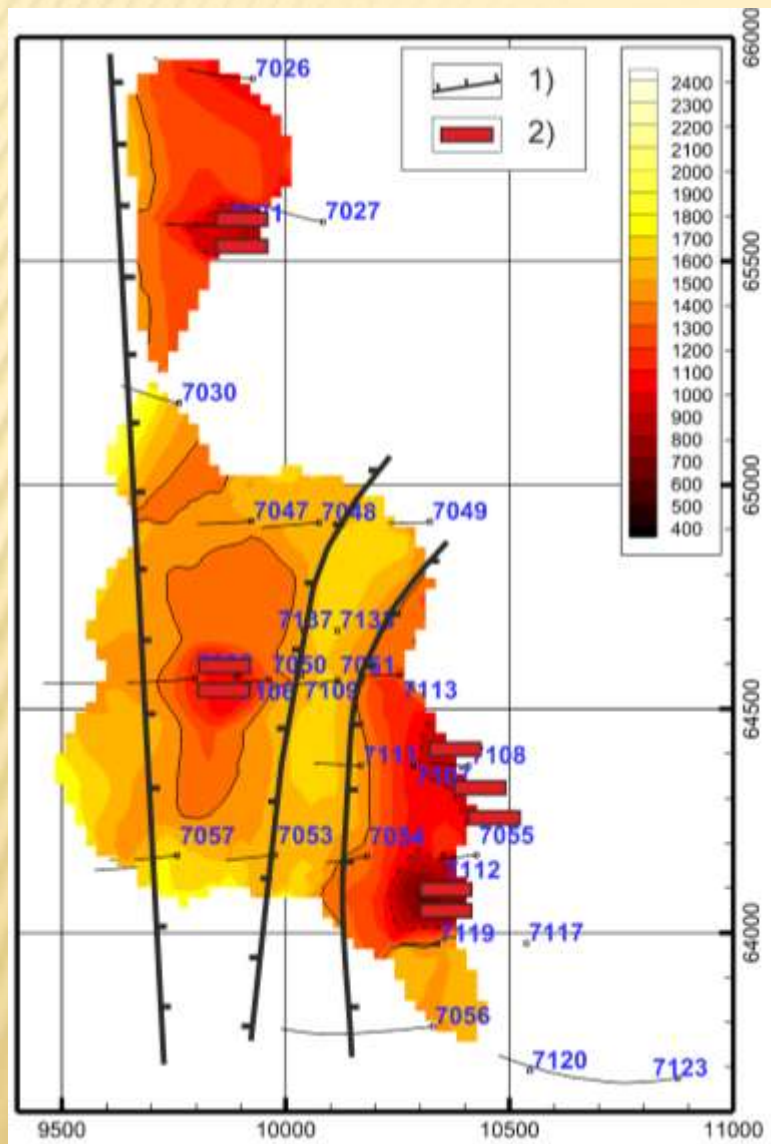


Сопоставление РВГИ с данными электрокаротажа в заверочных скважинах. 1) Геоэлектрический разрез РВГИ между скв. 7052 – 7051, расстояние 360 м. частота 156 кГц, антенны 5 м. Ячейка 12x18 м; 2) Диаграммы каротажа КС заверочных скважин с контурами областей низкого сопротивления

Золоторудное месторождение. Восточный Казахстан

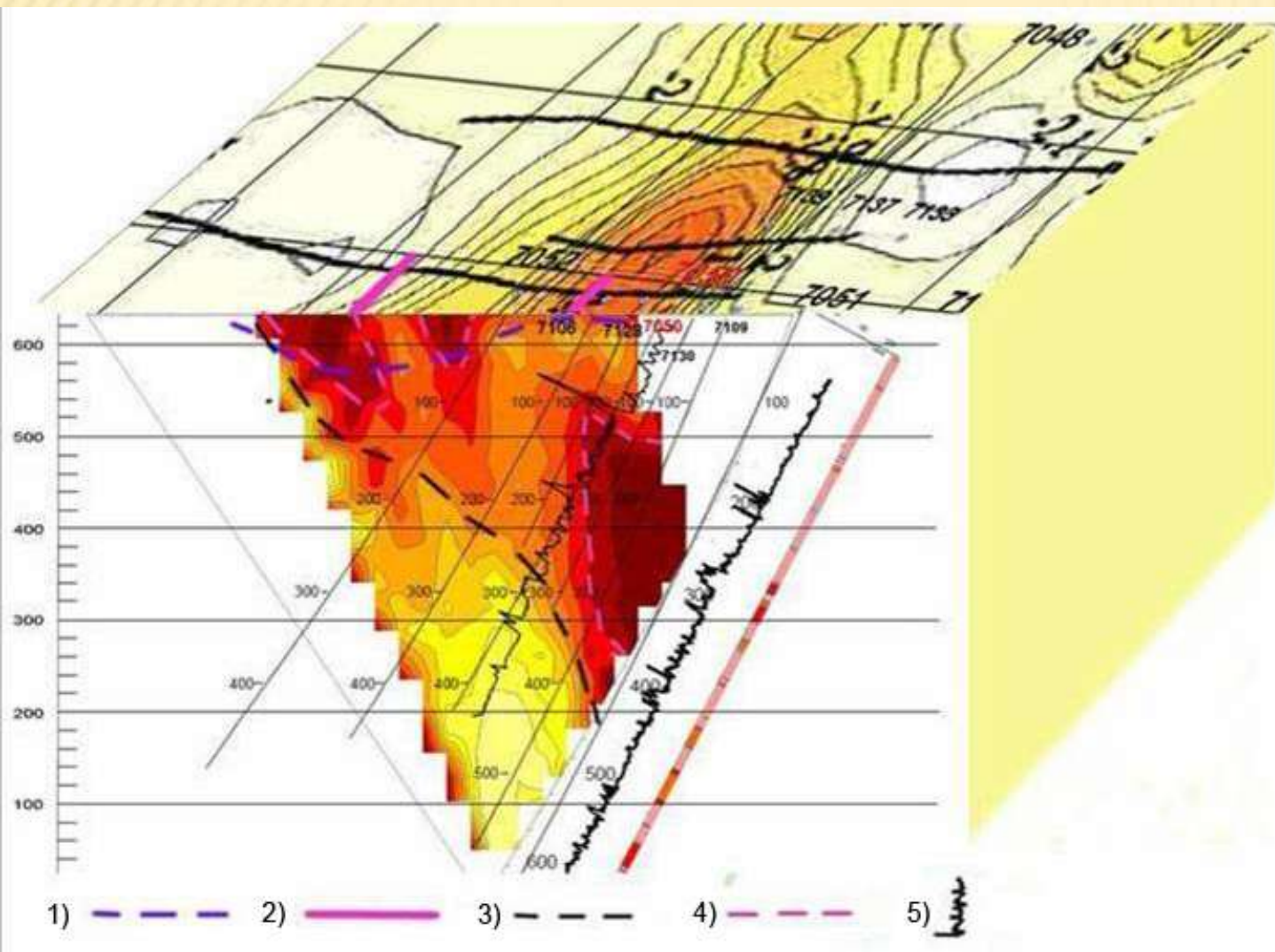
На стадии поисково-оценочных работ межскважинные исследования РВГИ были выполнены по сети 300х300 м.

На 3-D карте РВГИ нашли отражение основные морфологические особенности строения рудовмещающего штокверка: наличие двух рудовмещающих зон, разделенных безрудным интервалом пород.



Горизонтальный план 3-D геоэлектрической карты.
1) Границы рудовмещающих зон, 2) рудные линзы

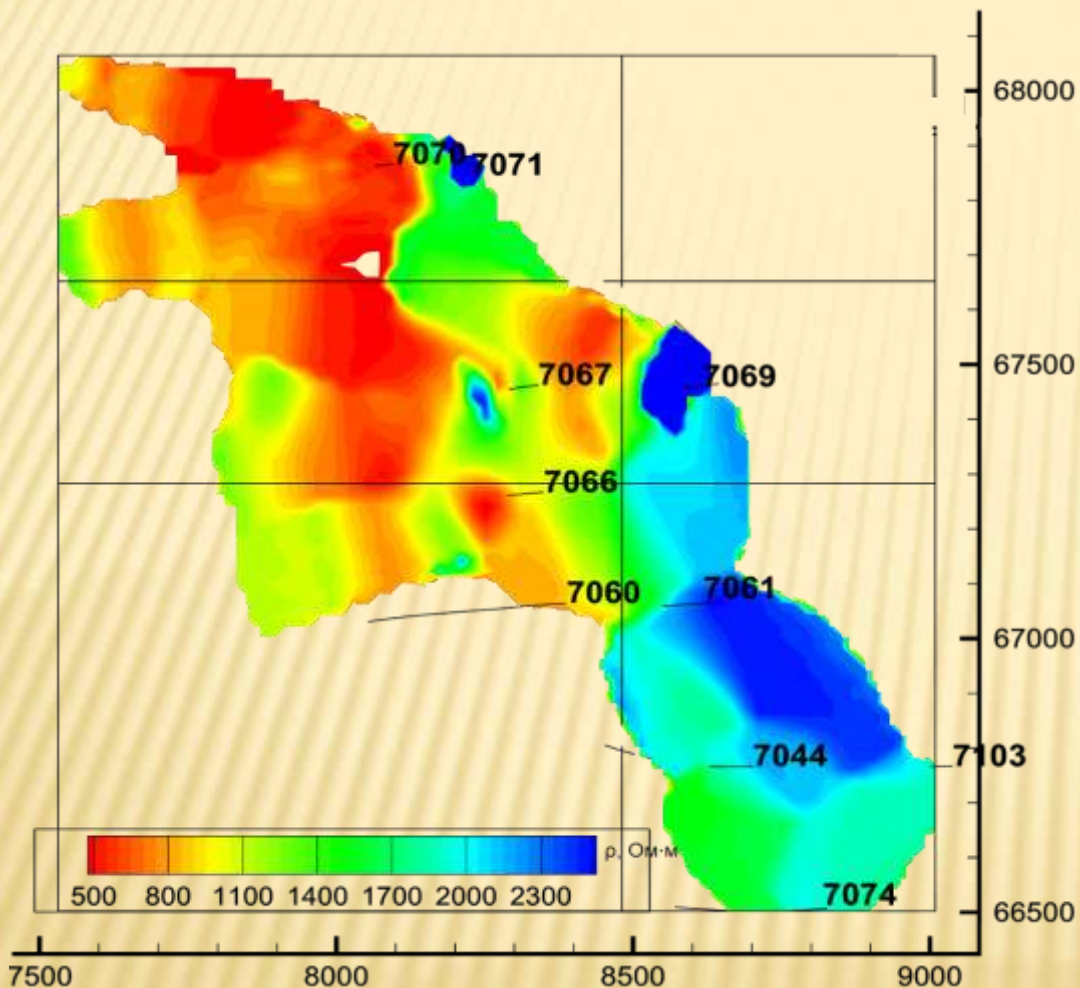
Золоторудное месторождение. Восточный Казахстан



Совместный анализ результатов геохимического картирования распределения золота, метода заряда и РВГИ-СП показал хорошую увязку данных, полученных на разных стадиях поисково-оценочных работ. Заверочные скважины подтвердили контуры рудных тел, выделенных по данным РВГИ-СП

Результат комплексного анализа данных: 1) Граница зоны окисления, 2) Оси аномальных зон по методу импульсного заряда, 3) Контур вмещающих минерализованных зон, 4) Контур рудных линз, 5) диаграммы каротажа КС

Золоторудное месторождение. Восточный Казахстан



Желто-красным цветом выделяется
рудовмещающая область
измененных пород пониженного
электрического сопротивления

Обобщенная 3D карта по данным РВГИ-МС и РВГИ-СП.
Горизонтальное сечение по глубине 200 м

Месторождение цинка. Северный Казахстан

Локализация карстовых полостей

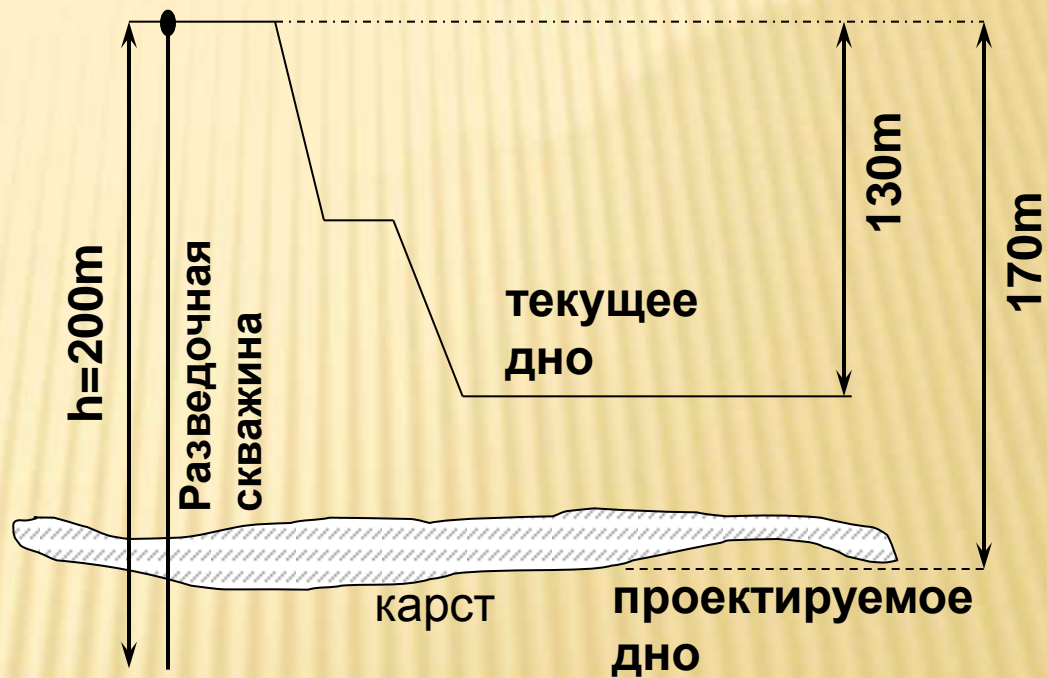
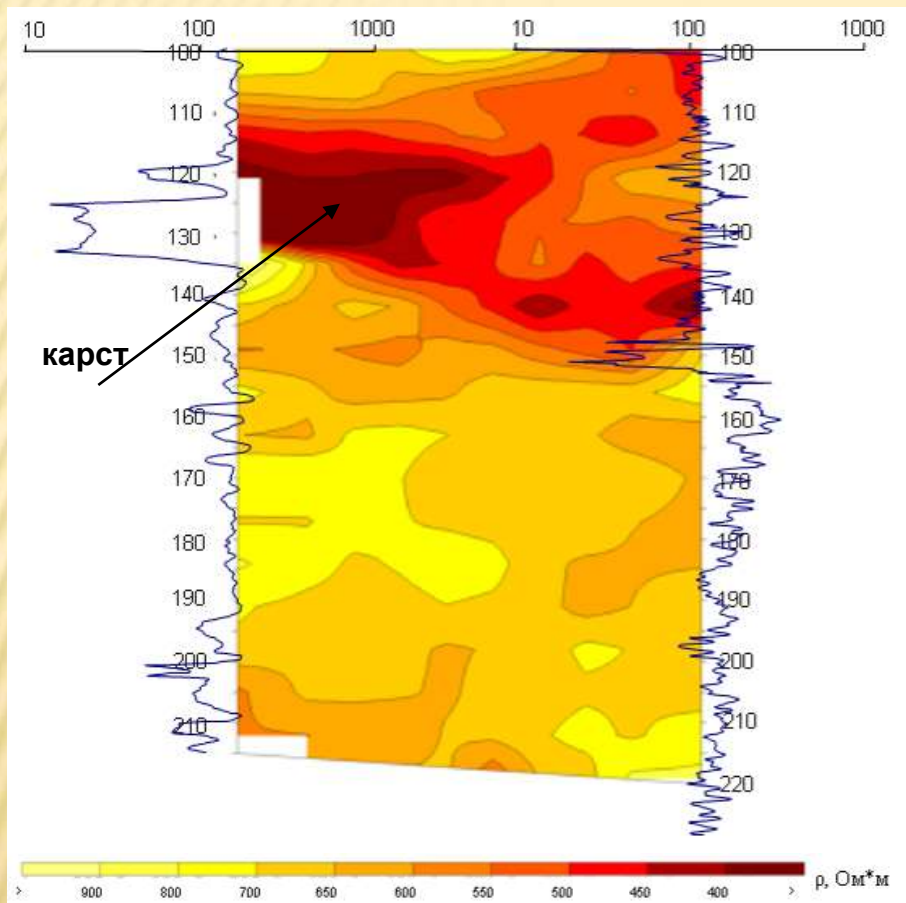


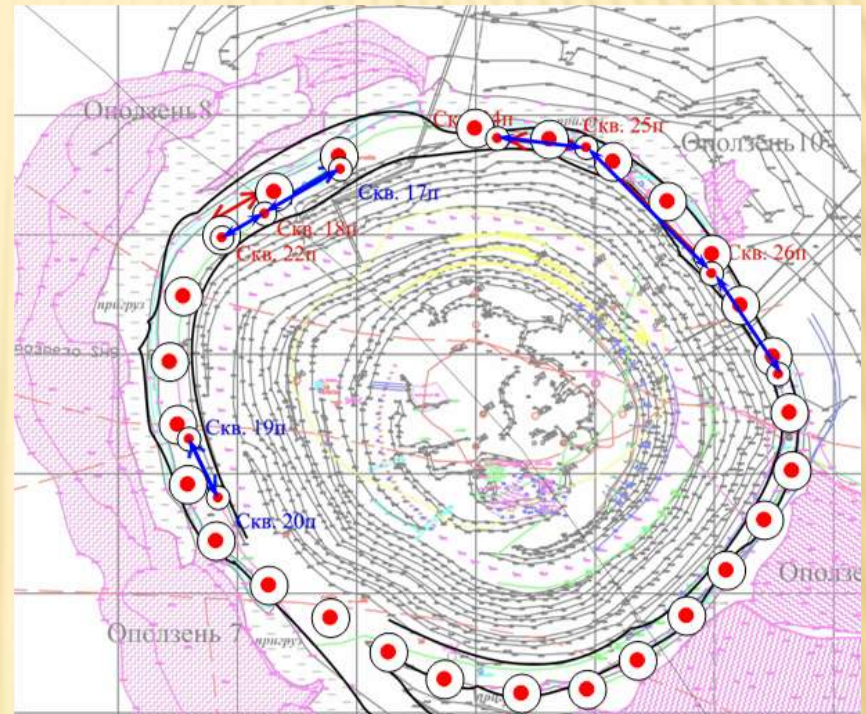
Схема поиска карстовых полостей при расширении карьера

Месторождение цинка. Северный Казахстан.

Локализация карстовых полостей



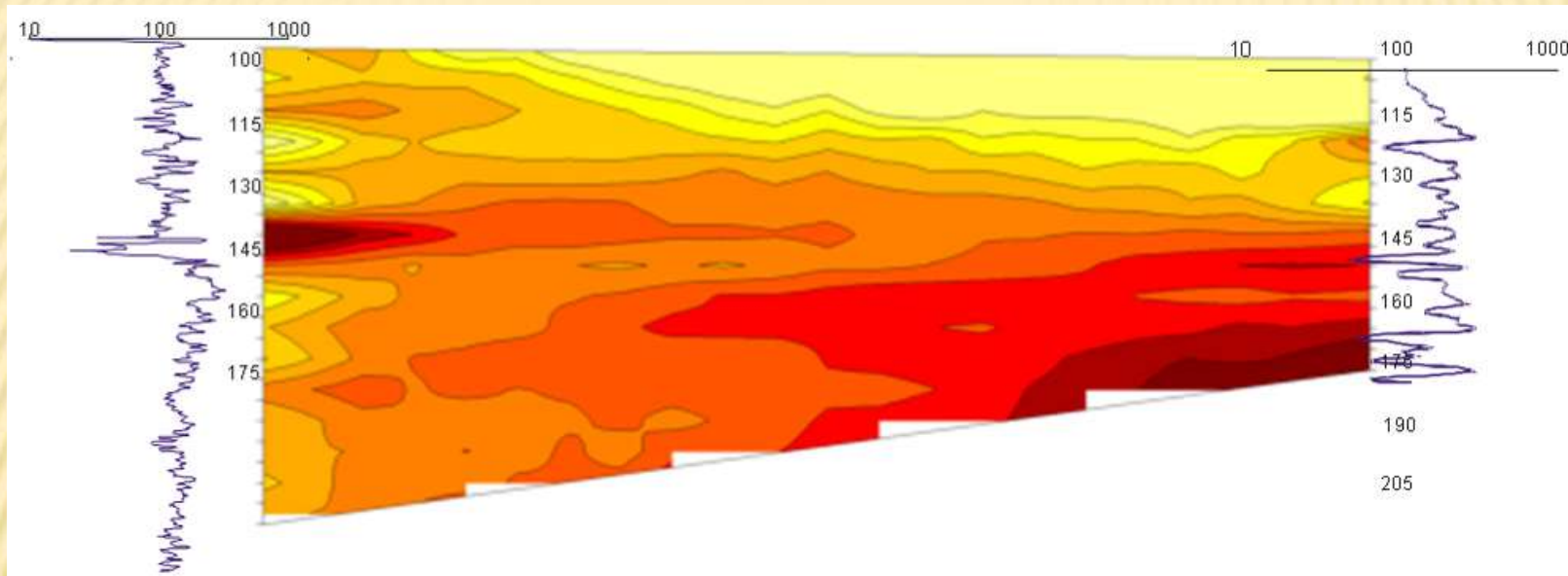
Геозлектрический разрез по борту карьера.
Расстояние между скважинами 70 м.



Проект разведочных скважин по борту карьера.
Расстояние между скважинами 50 м.

Применение РВГИ позволило локализовать области карста в межскважинном пространстве.

Месторождение цинка. Северный Казахстан. Локализация карстовых полостей



Геозлектрический разрез по борту карьера. Расстояние между скважинами 250 м.

В отдельных случаях применение РВГИ позволило разрядить сеть разведочных скважин, увеличив расстояние между ними до 250м.

Методика комплексной геологической интерпретации

