

# Оптимизации полевых работ при поисках и разведке рудных месторождений

---

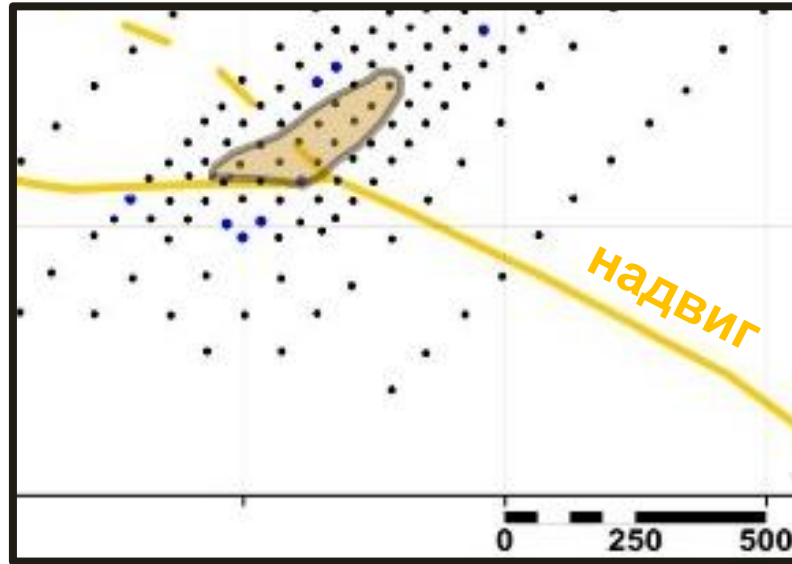
*Dr. Evgenii Ermolin*

*President of GM-Service*

- **Пример успешной оптимизации работ**
- **Логичные методы оптимизации**
- **Нестандартные, но эффективные способы**
- **Неудачные решения оптимизации**

Geophysics

## Map



## Цели:

- выполнить исследования за минимальный бюджет
- назначить положение буровых разведочных скважин

## Cross-section



Глубина верхней кромки промышленных объектов объектов 170-250 м

- Составление ТЗ

- ✓ - Изучение априорной информации

- Зимний этап работ

- магниторазведка
- гравиразведка
- распознавание образов

- Летний этап работ

- АМТЗ
- метод сопротивлений

- Результаты бурения



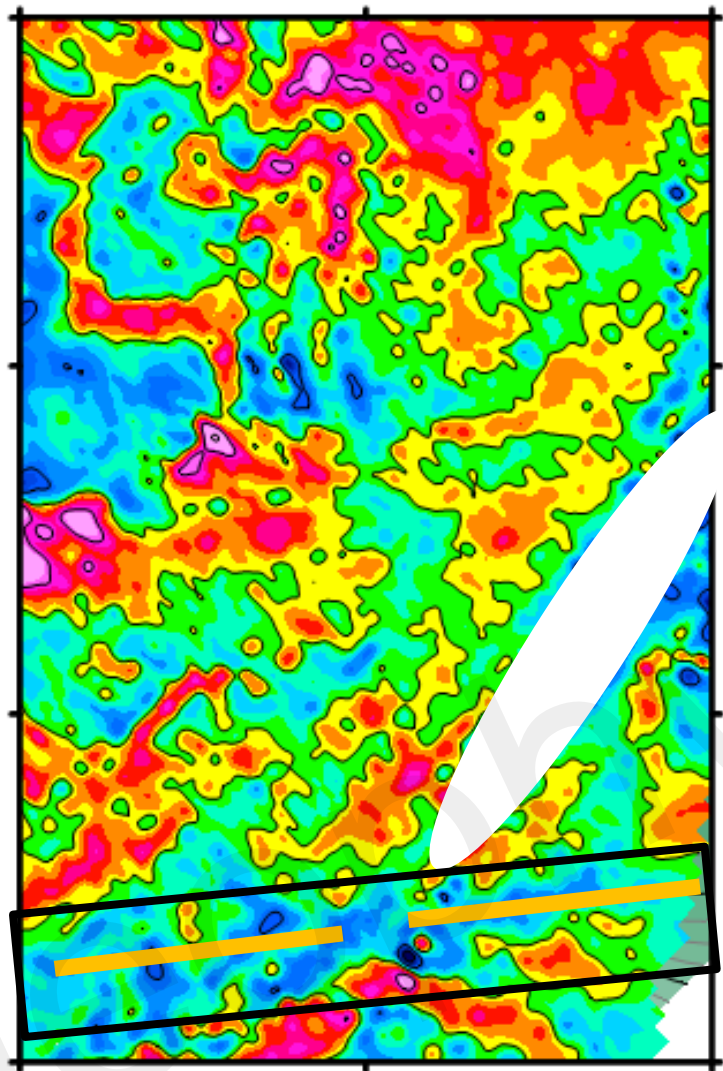
## Магнитная съёмка



## Гравиметрическая съёмка

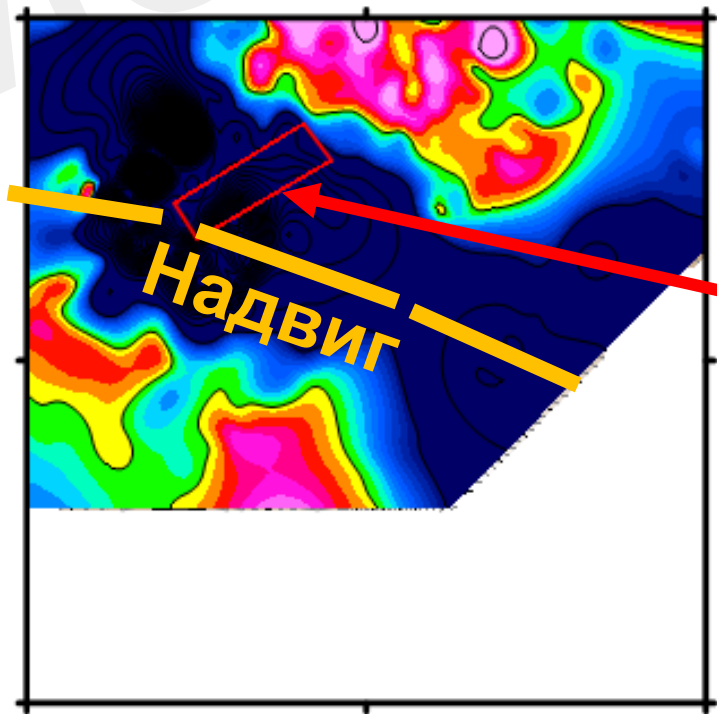


# Карта аномального магнитного поля



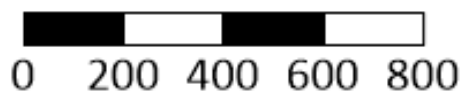
нТл

+4 ..  
-4

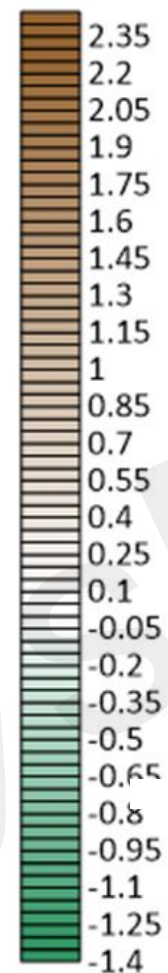
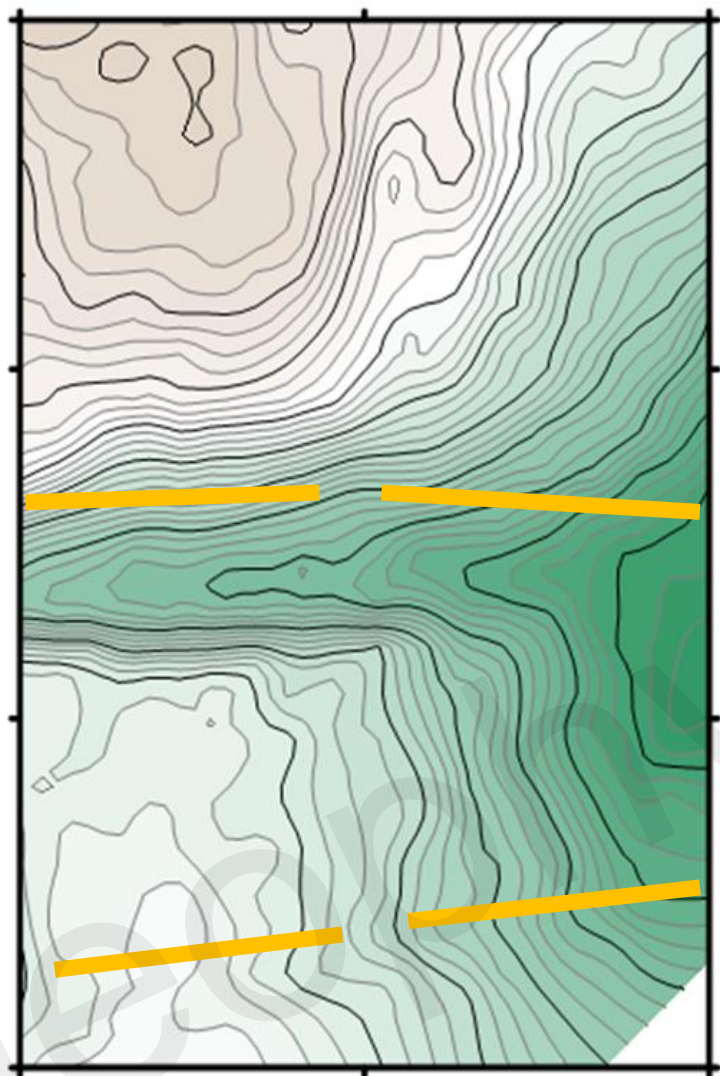


**Эталонный объект**

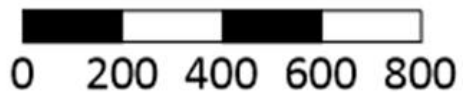
Сеть: 5x25 м  
СКО: 0.7 нТл



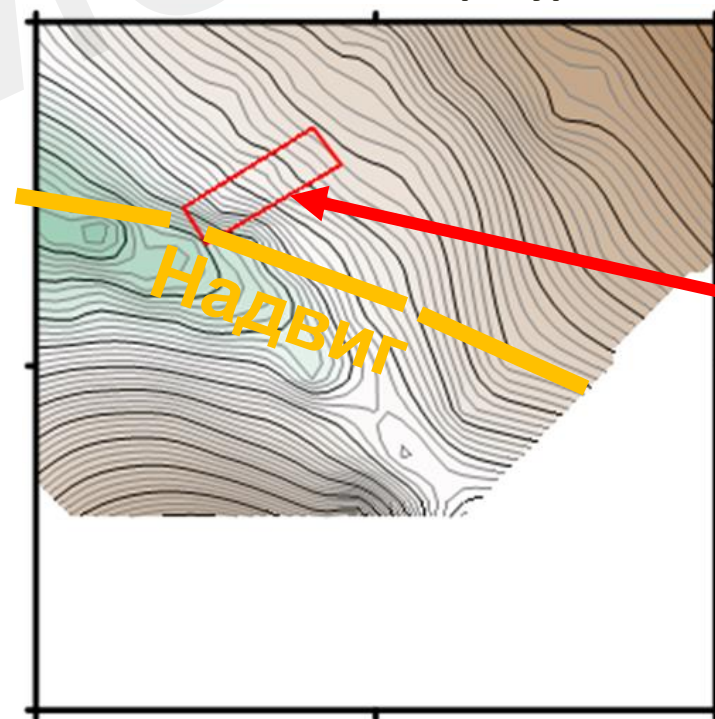
# Карта аномального гравитационного слоя в редукции Буге (ППС-2.45 г/см куб)



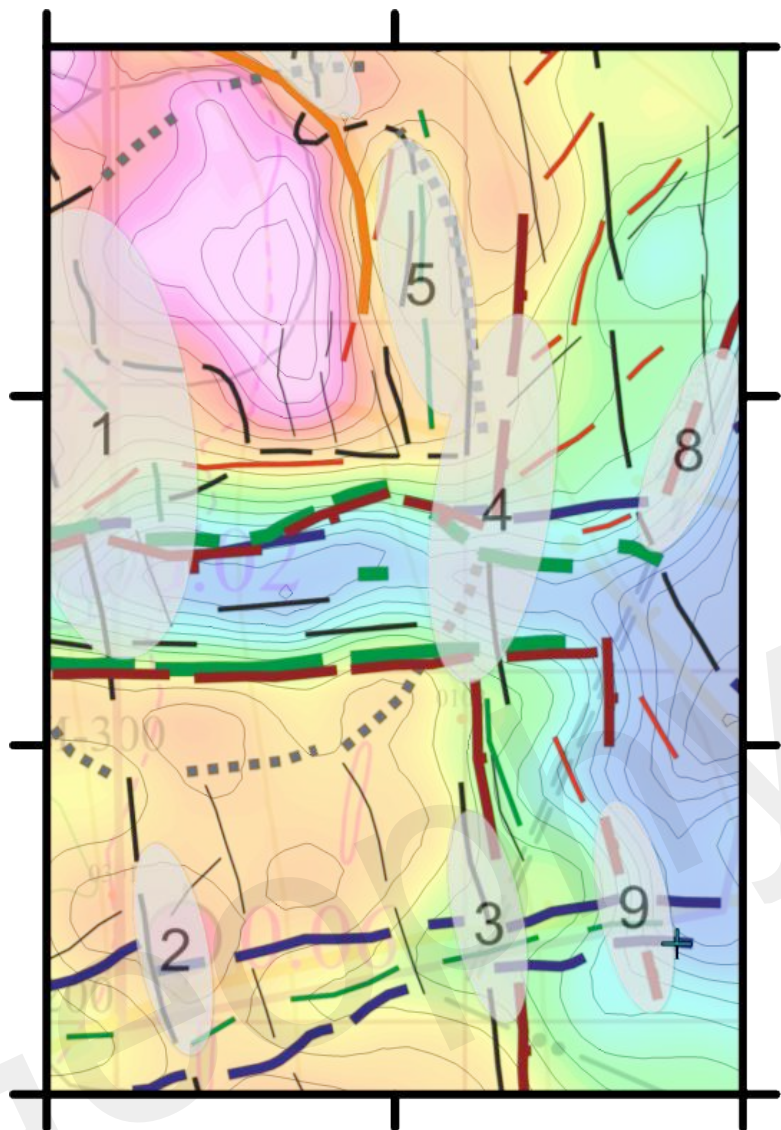
мГал



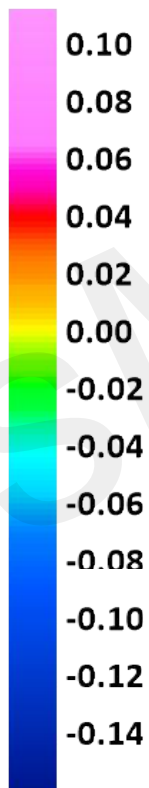
Сеть: 50x50 м  
СКО: 0.013 мГал  
Аппаратура: CG5, DGPS



**Эталонный объект**



Аномальная  
плотность,  
г/см<sup>3</sup>



## Условные обозначения

### Линеаменты гравитационного поля

- Зоны градиента (границы блоков I и II ранга)
- Локальные отрицательные аномалии I ранга
- Локальные отрицательные аномалии II ранга

### Линеаменты магнитного поля

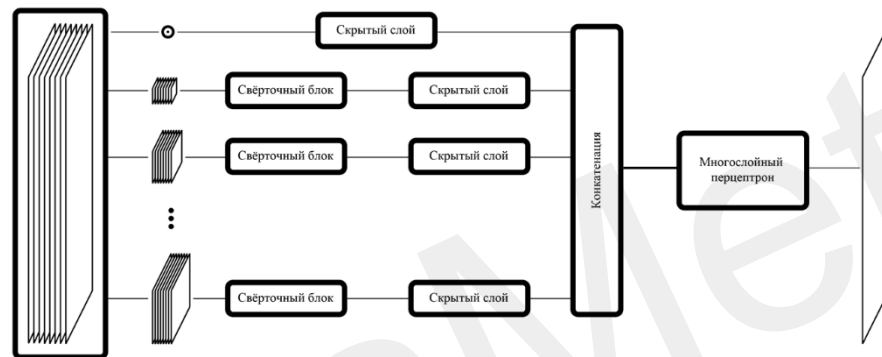
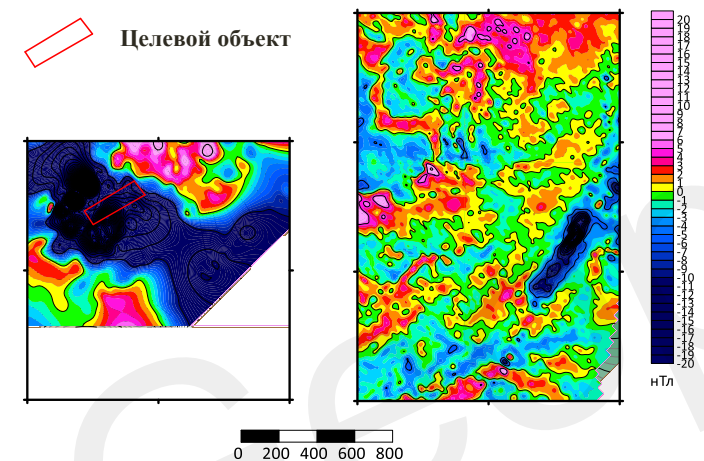
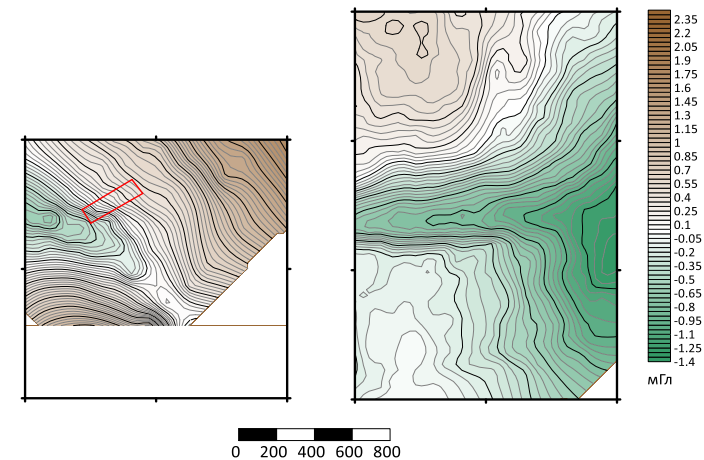
- Граница смены характера поля I и II ранга
- Граница смены характера поля III ранга
- Границы предполагаемых тектонических зон
- Зона общего пониженного уровня аномального магнитного поля
- Линеаменты рельефа

- Линеаментный анализ
- 3D-инверсия (ZondGM3D)





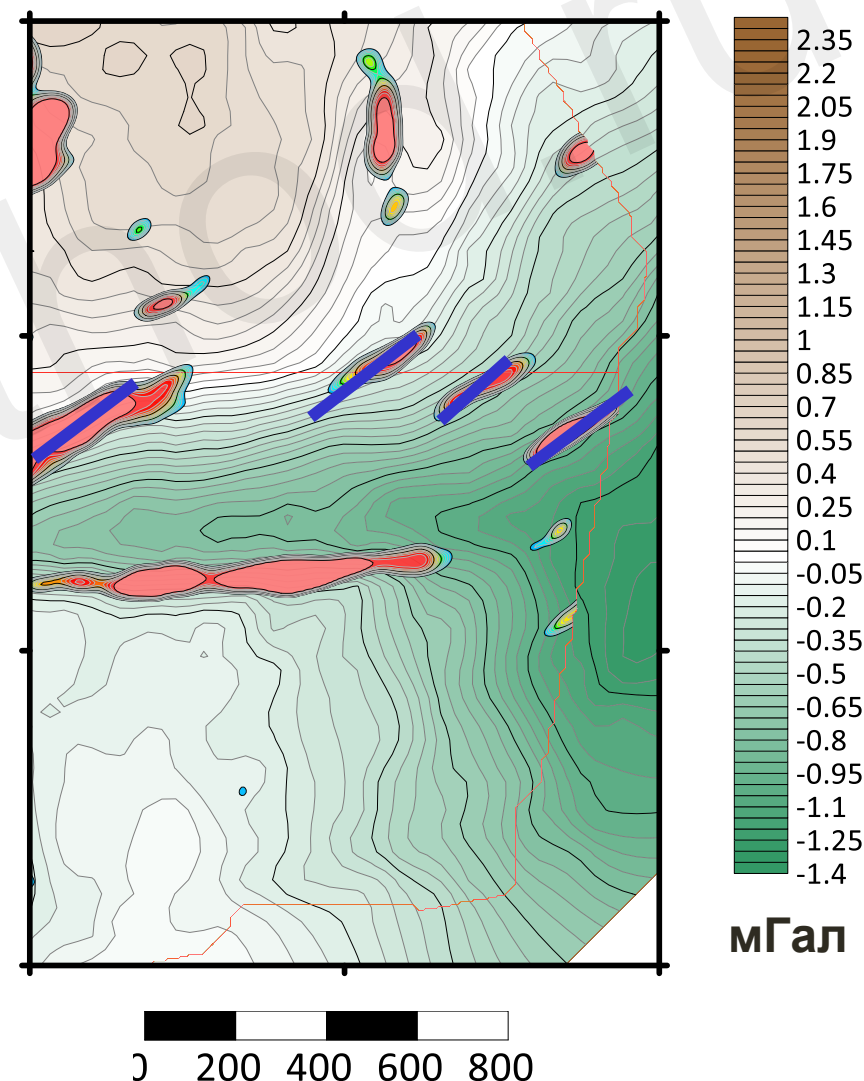
# Формализованный геологический прогноз методами машинного обучения\*



Блок схема нейронной сети



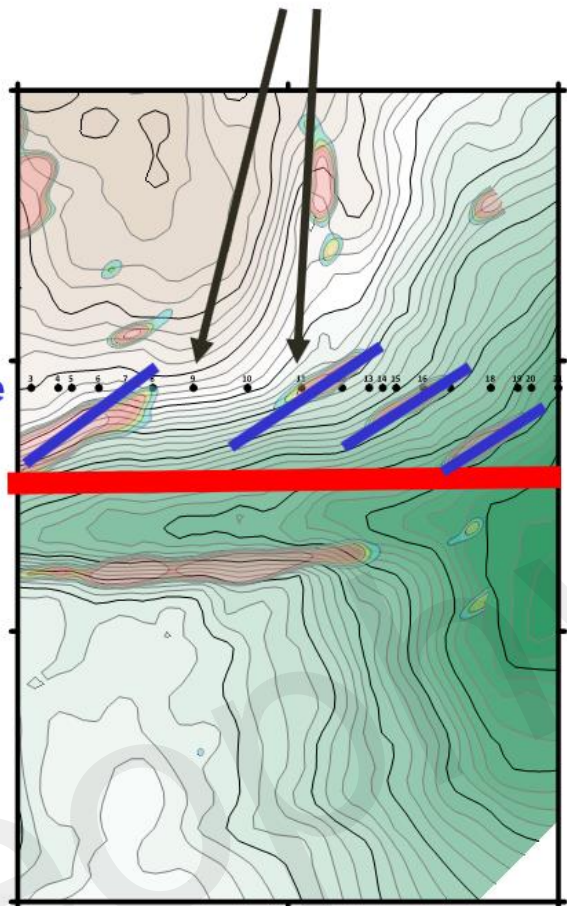
Формализованный прогноз по данным магниторазведки и гравirazведки



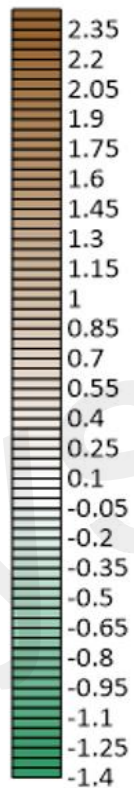
\*Подробно об алгоритме: [GeophysMethod.ru](http://GeophysMethod.ru)

- ✓• Постановка задачи
  - Изучение априорной информации
- ✓• Зимний этап работ
  - магниторазведка
  - гравиразведка
  - распознавание образов
- Летний этап работ
  - АМТЗ
  - метод сопротивлений
- Результаты бурения

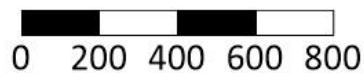
## Точки зондирования



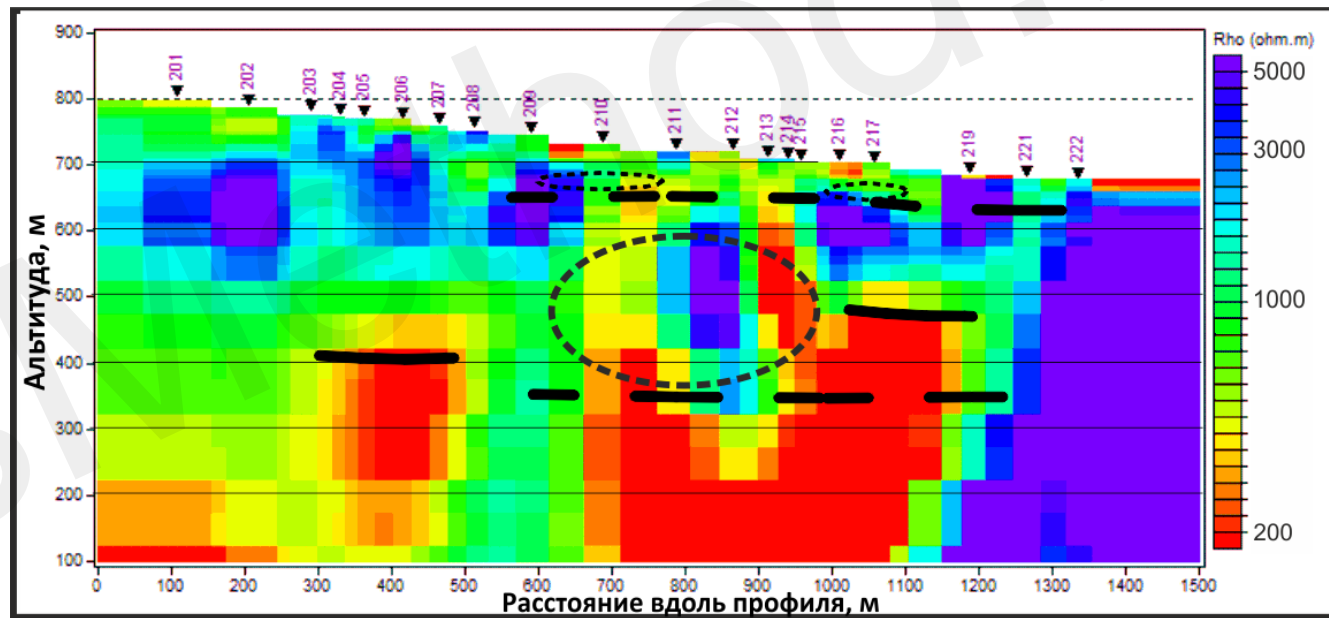
Предполагаемые  
рудные зоны  
**надвиг**



**мГал**



## Геоэлектрический разрез по результатам инверсии данных АМТ-МВП

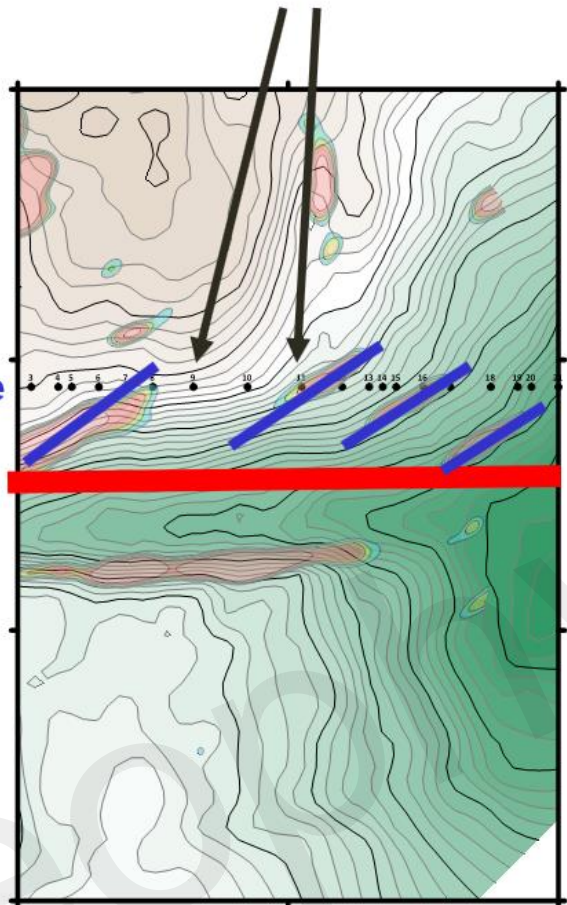


Аномалии поляризуемости с амплитудой > 4%  
(индикатор сульфидной минерализации)

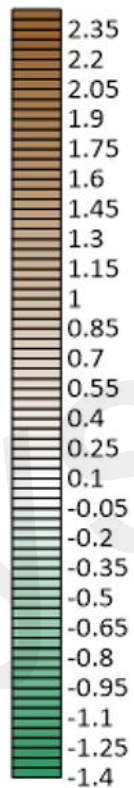


Область рекомендованная для бурения

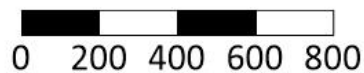
## Точки зондирования



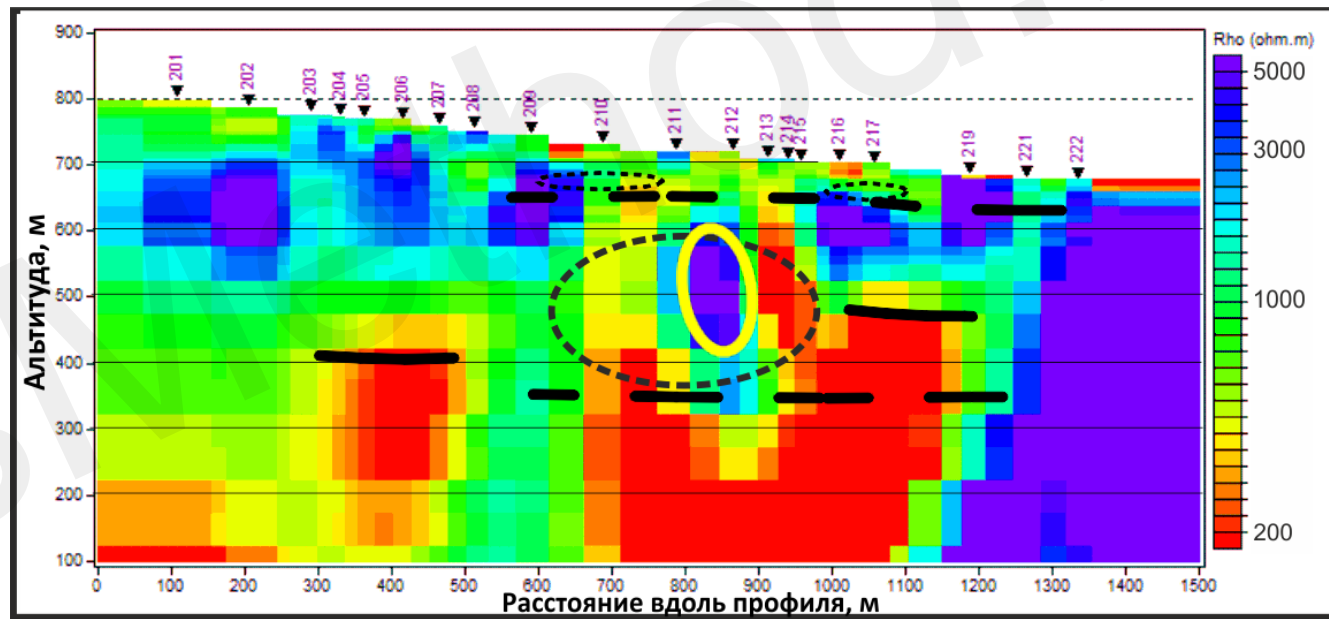
Предполагаемые  
рудные зоны  
**надвиг**



**мГал**



## Геоэлектрический разрез по результатам инверсии данных АМТ-МВП

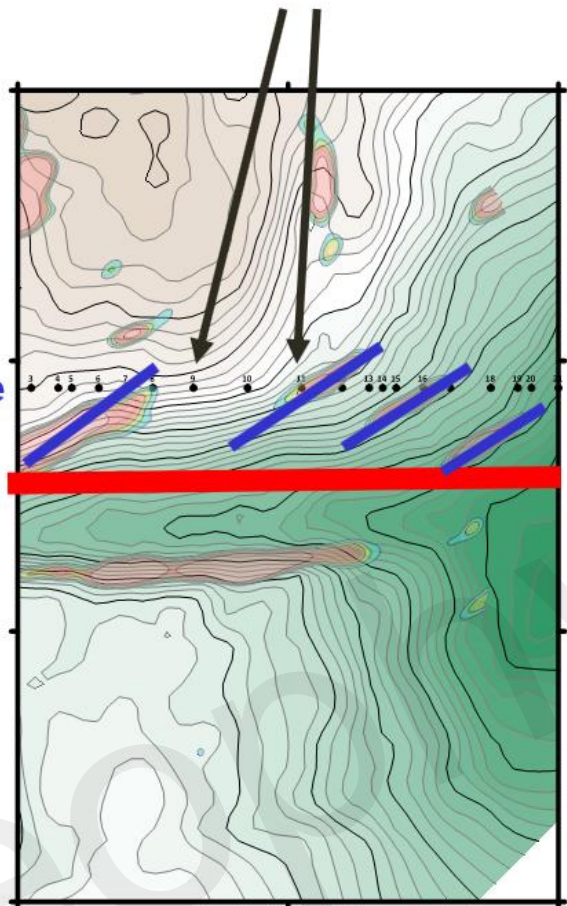


Аномалии поляризуемости с амплитудой > 4%  
(индикатор сульфидной минерализации)

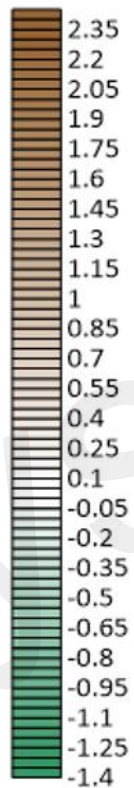


Область рекомендованная для бурения

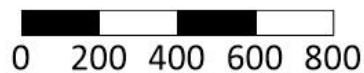
## Точки зондирования



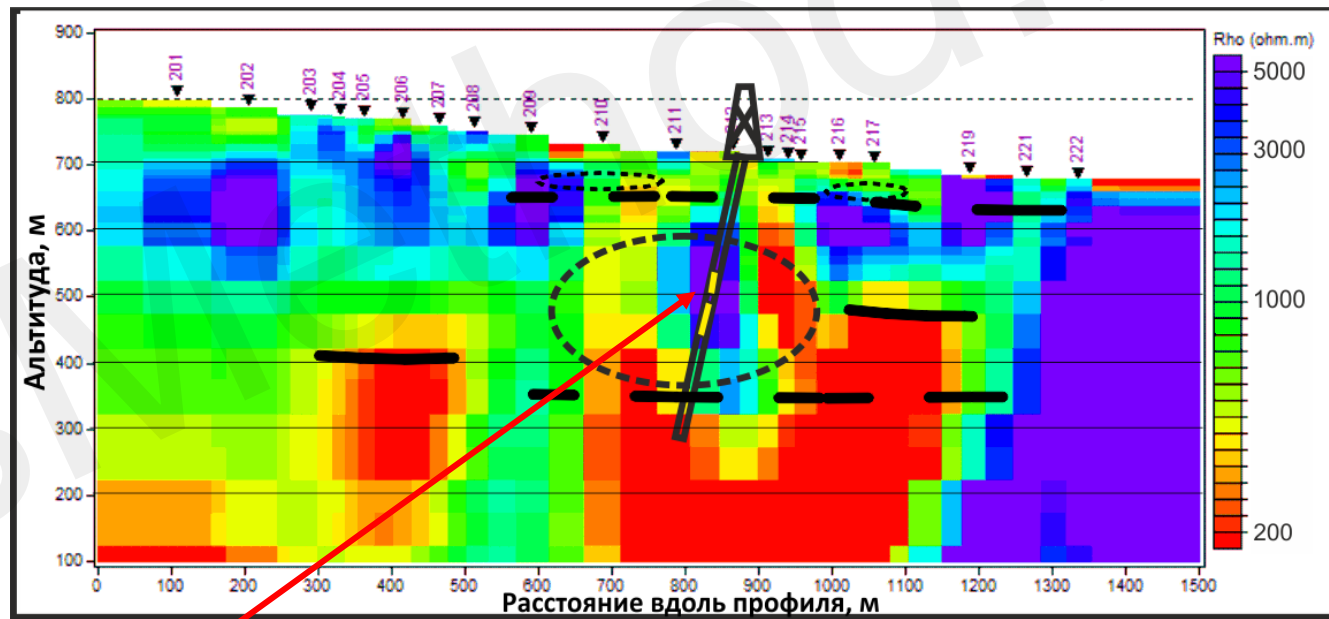
Предполагаемые  
рудные зоны  
**надвиг**



**мГал**



## Геоэлектрический разрез по результатам инверсии данных АМТ-МВП

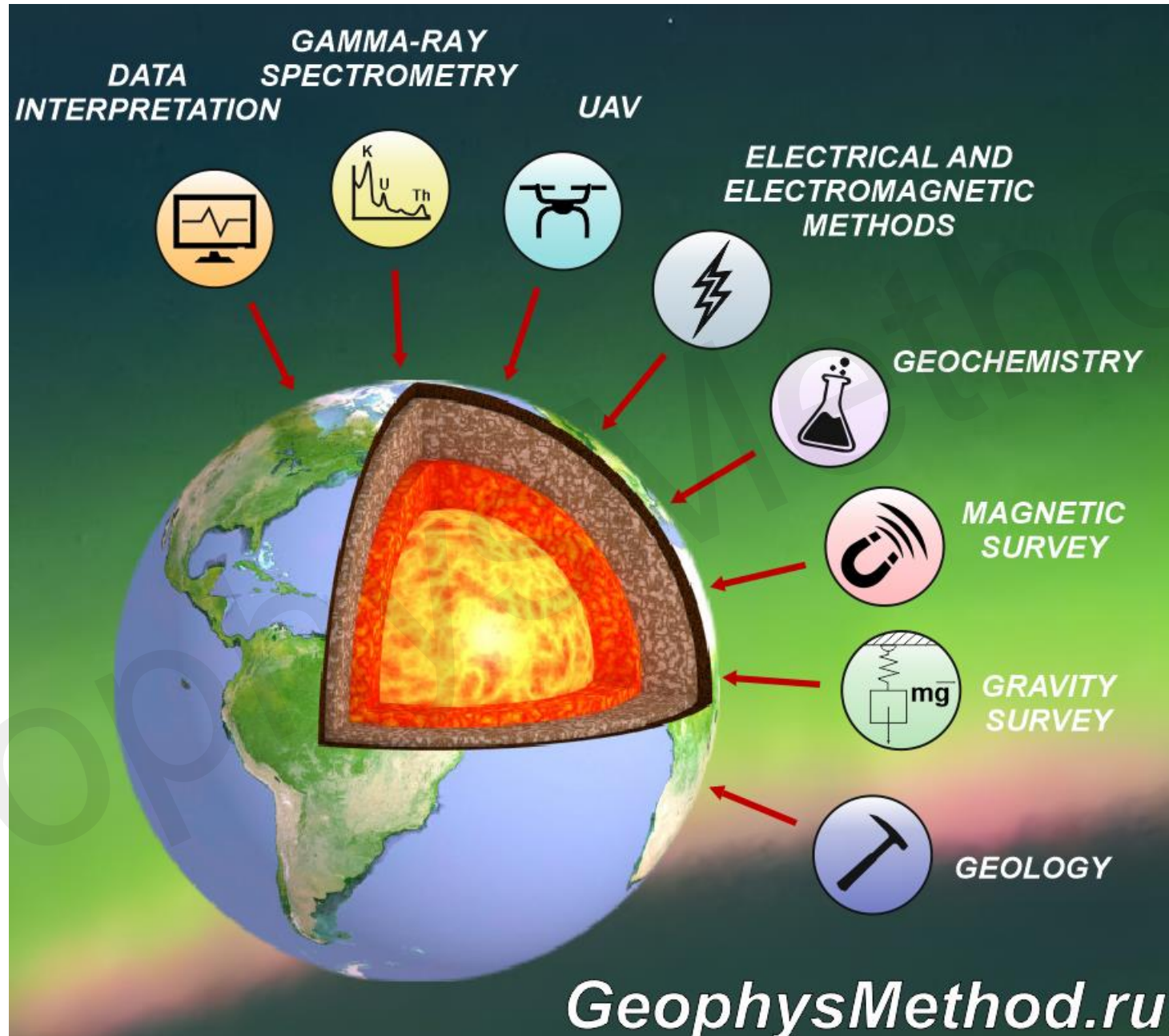


Результаты бурения  
промышленные концентрации  
золота



Аномалии поляризуемости  
> 4 %  
(сульфидная минерализация)

- Пример успешной оптимизации работ
- Логичные методы оптимизации
- Нестандартные, но эффективные способы
- Неудачные решения оптимизации



Geo

od.ru

Soil geochemistry and Gravity survey can be performed in the same time

**It saves the budget and time**



**We covered 1000 sq. km.  
In 2021 summer season  
(3 month) in Chukotka  
region**



**GM-Service gravity and soil geochemistry team completed 1000 sq. km.**

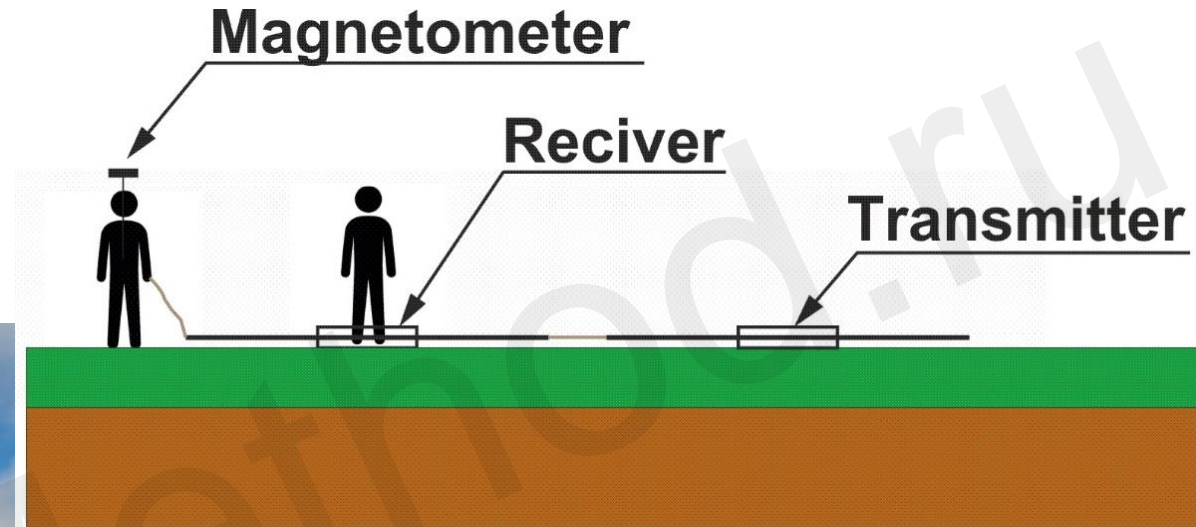


**GM-Service team, September 2021**



**Dr. Evgenii Ermolin**

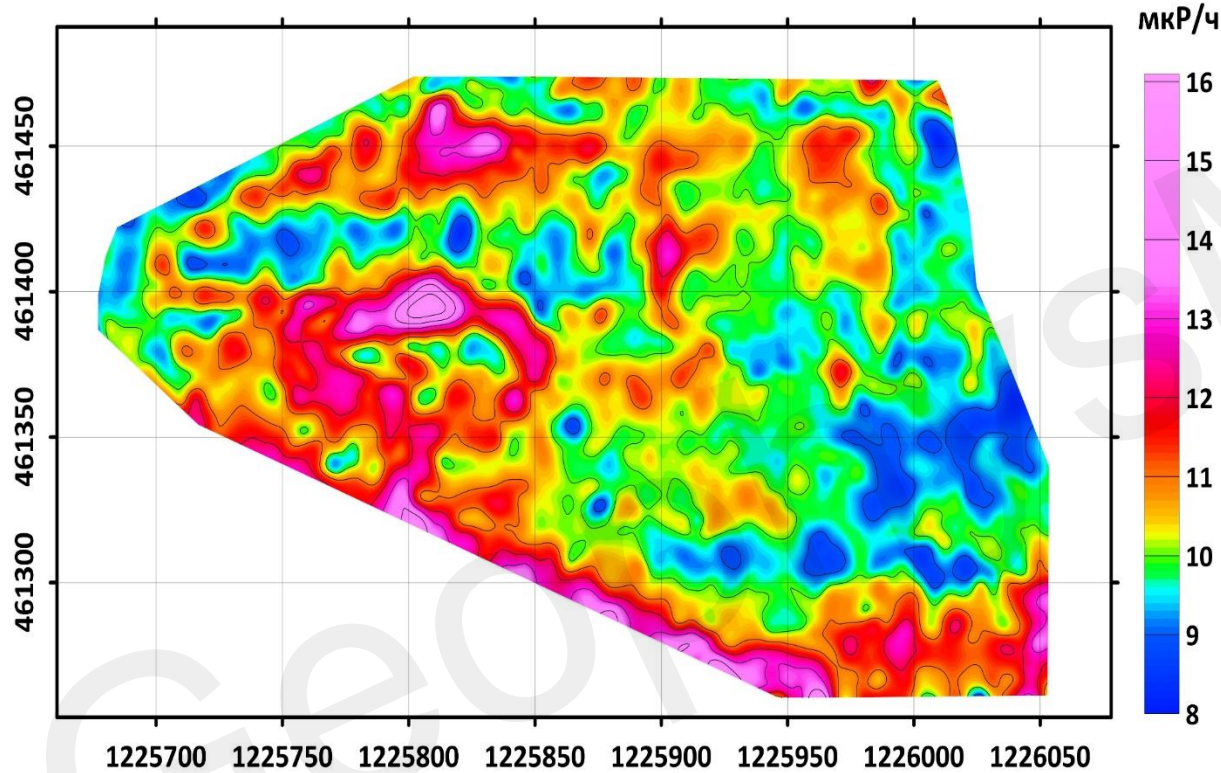
Ground magnetic survey and EM-Methods  
can be performed in the same time  
Ground magnetic survey – free



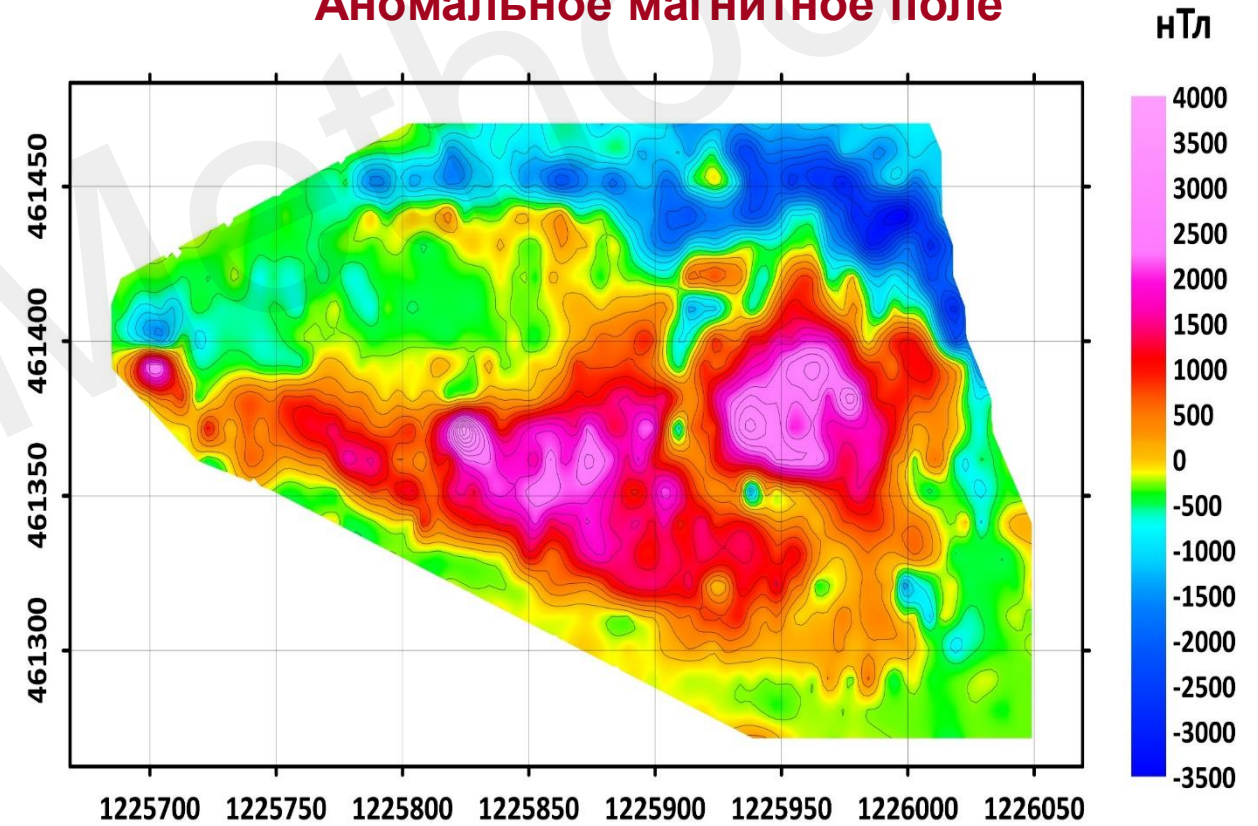
**We covered 30 sq. km.  
In 2021 summer  
1/2 season  
(1.5 month) in Chukotka  
region by one  
instrument complement**

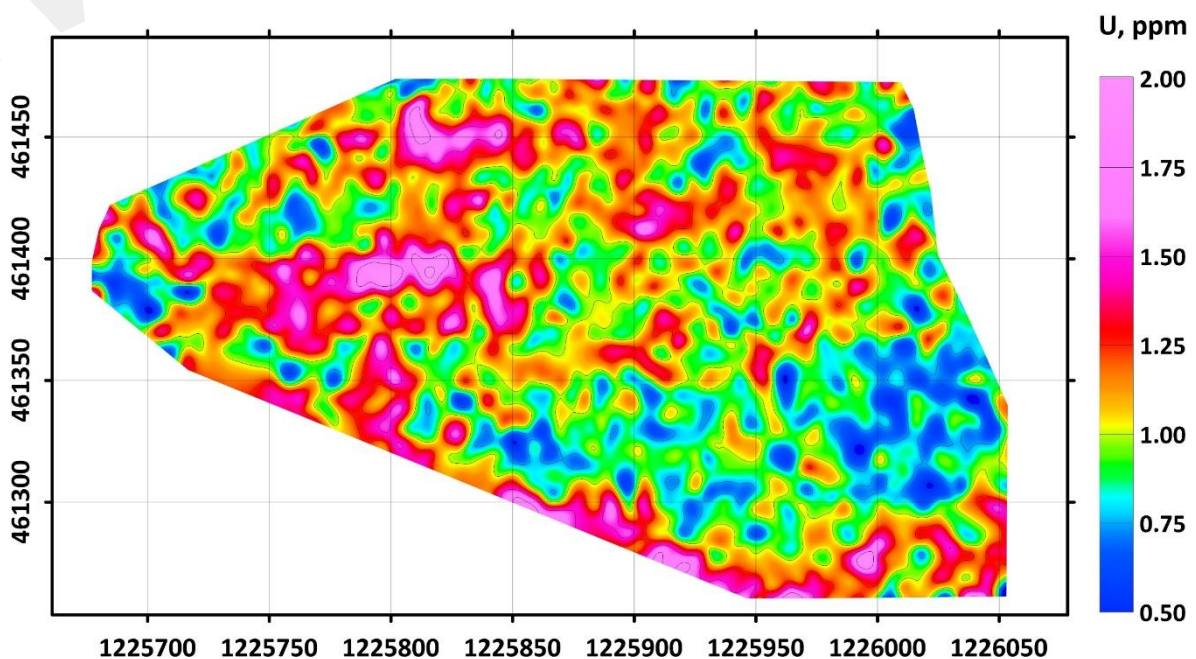
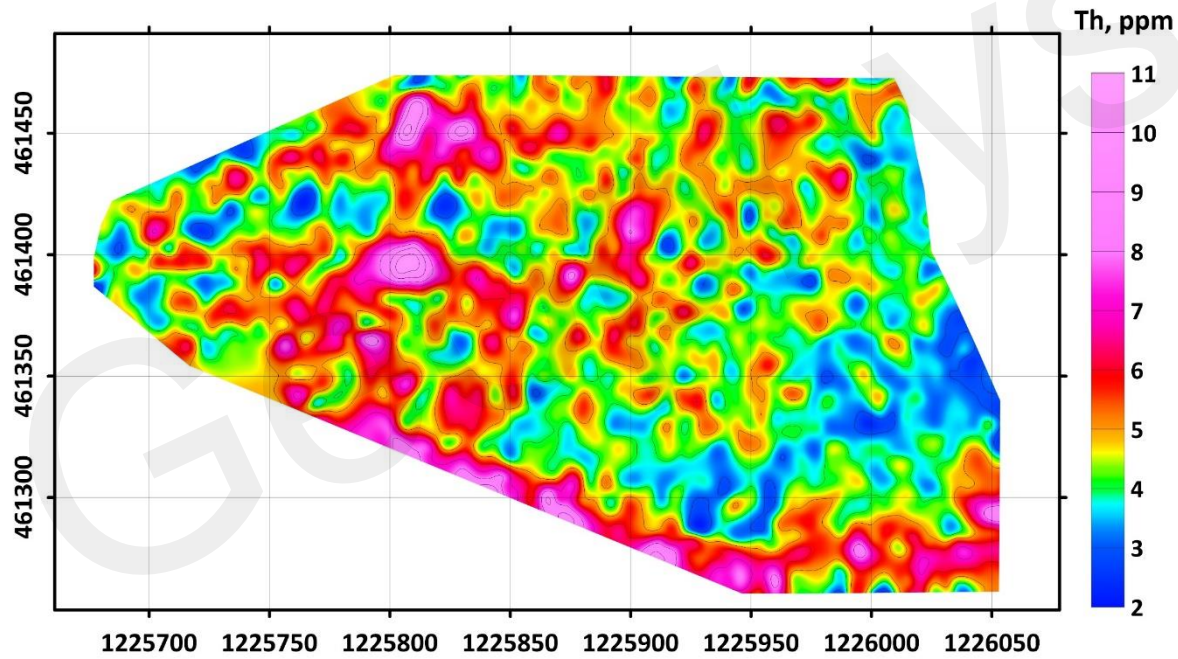
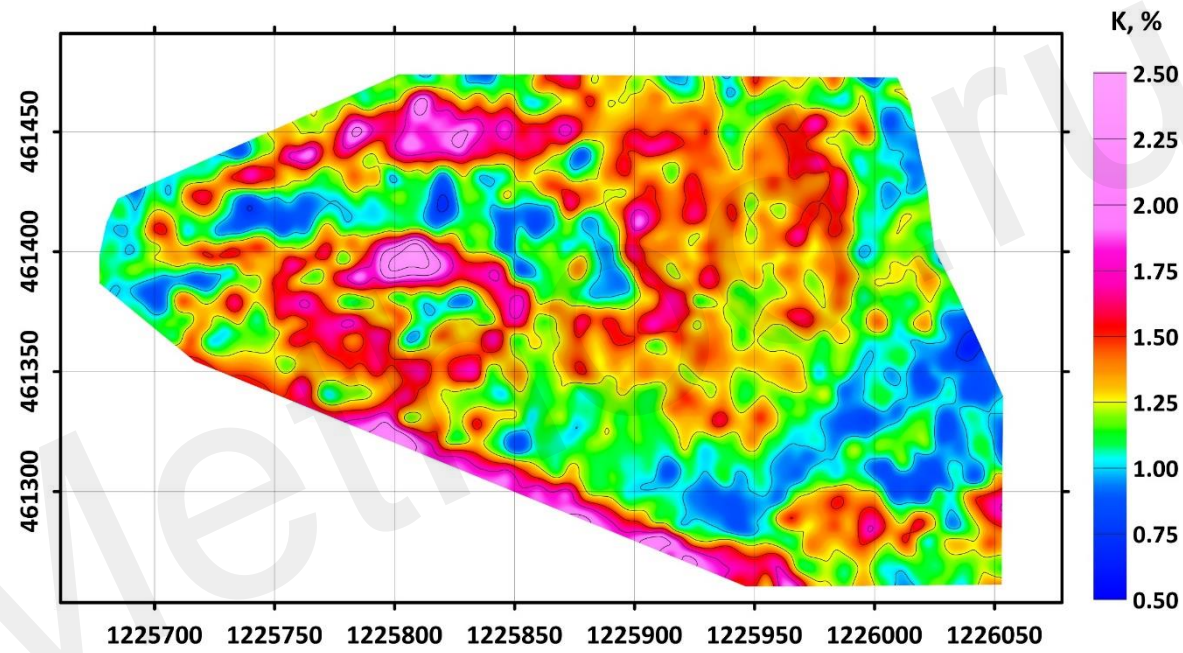
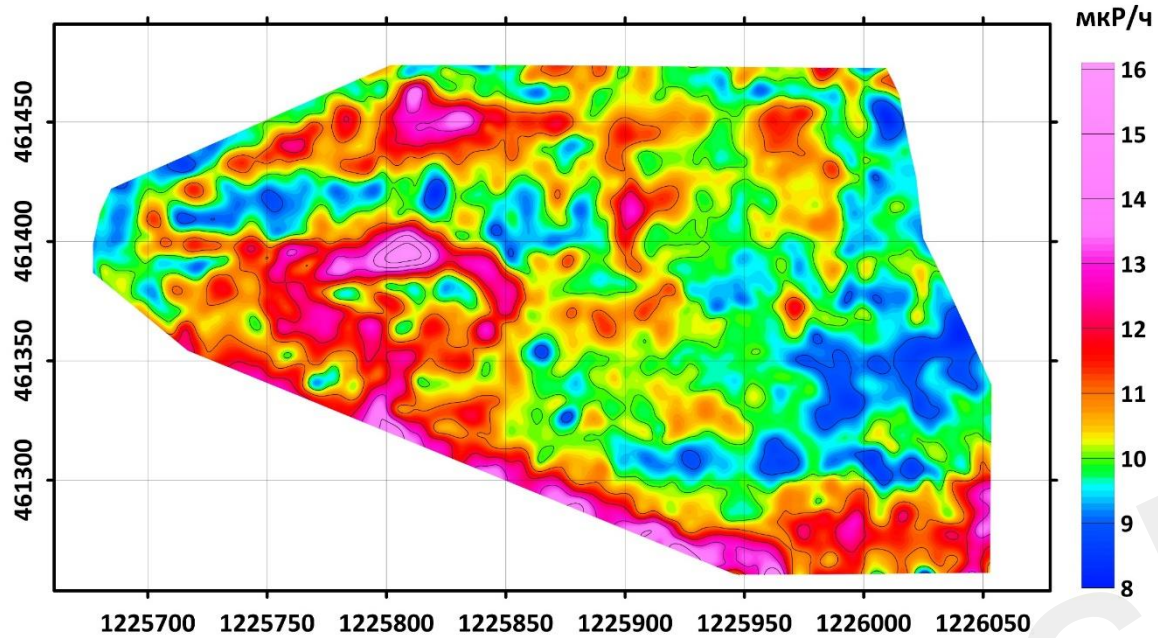
## Gamma ray spectrometry + any method

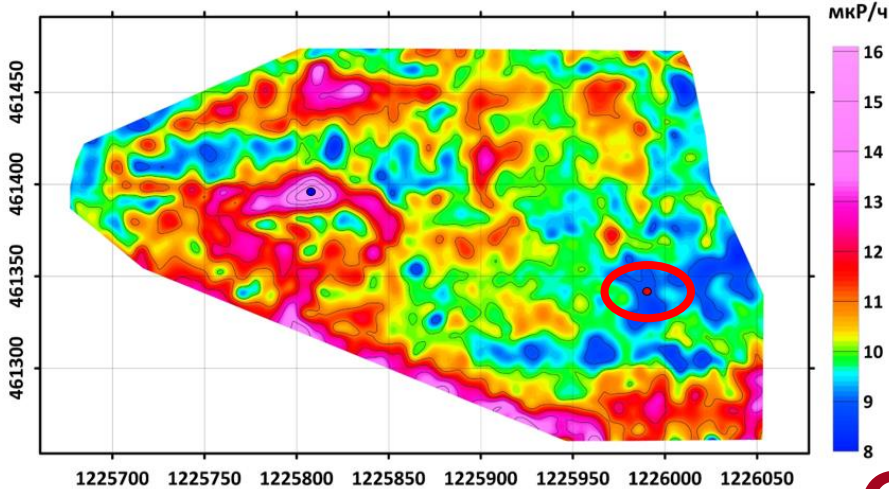
Интенсивность естественной радиоактивности



Аномальное магнитное поле

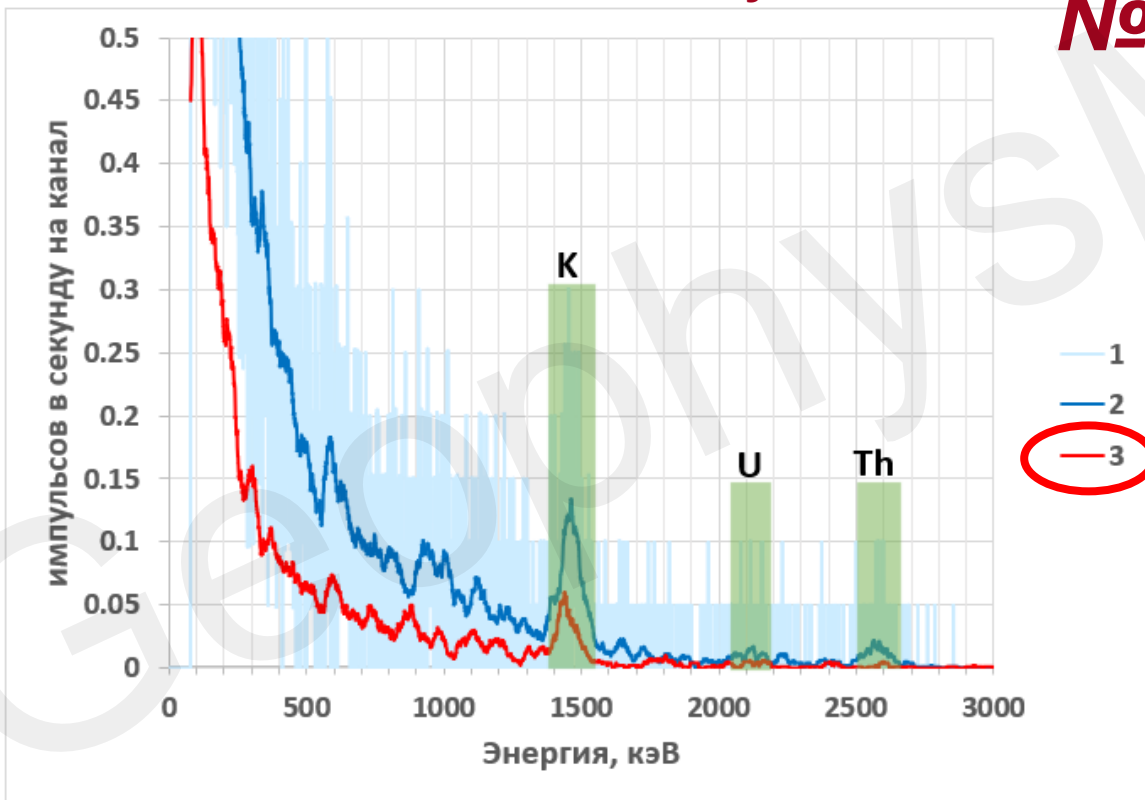






Накопление 20 секунд

Стенд №21

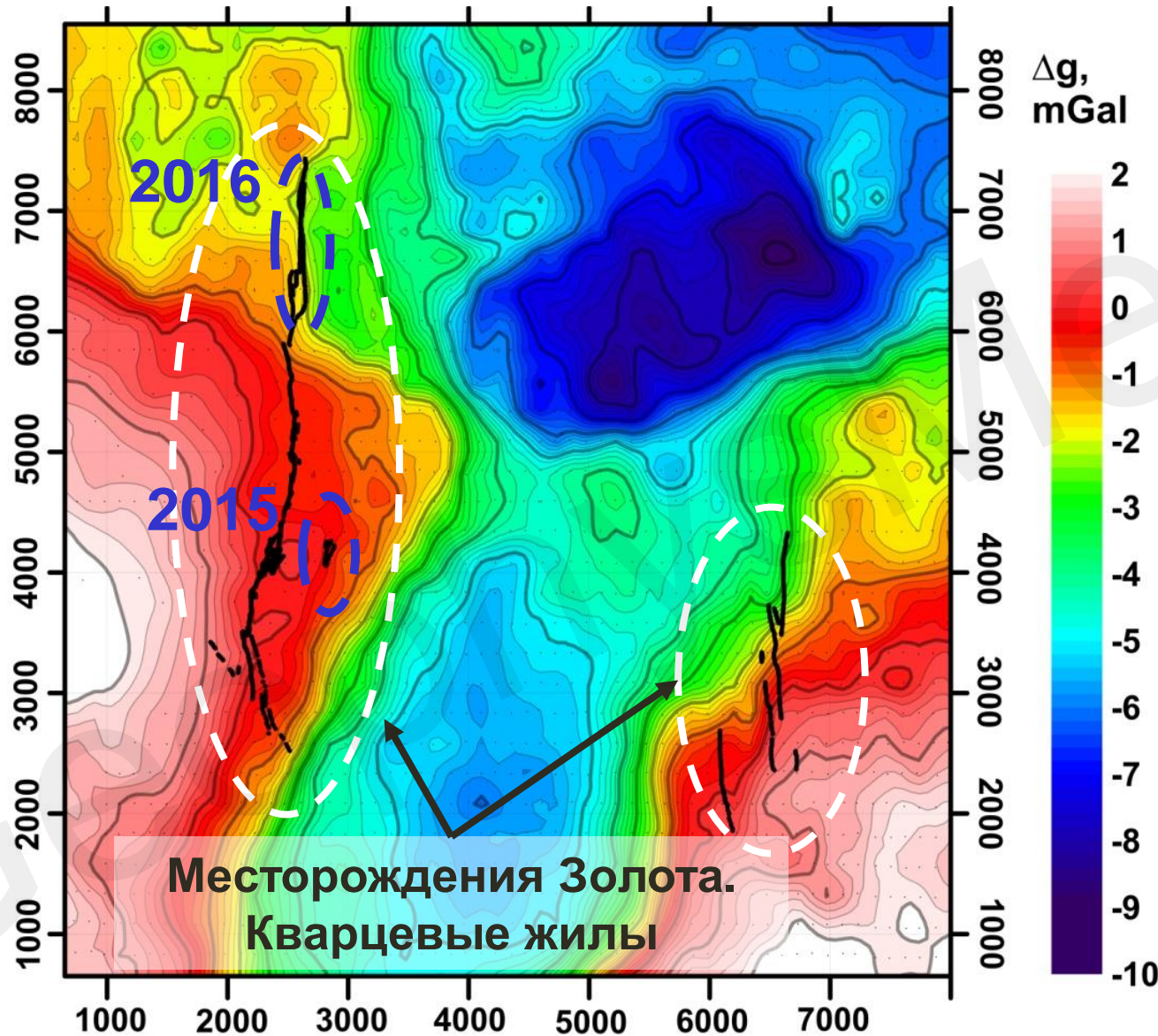


Размеры прибора	
Диаметр	141 мм
Длина	360 мм
Общий вес в стандартной комплектации	5,9 кг
Характеристики детектора	
Кристалл	Монокристаллический скнтиллятор NaI (TI)
Диаметр кристалла	100 мм
Высота кристалла	125 мм
Объем кристалла	1 литр (987 мл)
Тип ФЭУ	R1307
Энергетическое разрешение	7,5%
Характеристики съёмки	
Число каналов	4096
Разрядность каналов	16 бит
Мёртвое время	10 мкс
Характеристики питания	
Ёмкость штатного аккумулятора	2200 мАч
Напряжение питания	12 В
Время работы на штатном аккумуляторе	7 часов
Потребляемая мощность	3,6 Вт
Хранение и передача данных	
Устройство хранения	Съёмный USB флэш накопитель
Способ передачи данных	Wi-Fi
Общие характеристики прибора	
Управление прибором	Через специализированное ПО через Wi-Fi
Встроенные модули	Wi-Fi GPS Высокоточный барометрический высотомер
Класс защиты от пыли и влаги	IP67
Рабочая температура	-20 – +50 (°C)
Стабилизация шкалы	Аппаратная по пику тория-232
Индикация	Светодиоды на корпусе
Режимы работы	Тестовый – накопление и визуализация спектра Рабочий режим – набор и запись спектра каждую секунду Режим передачи данных

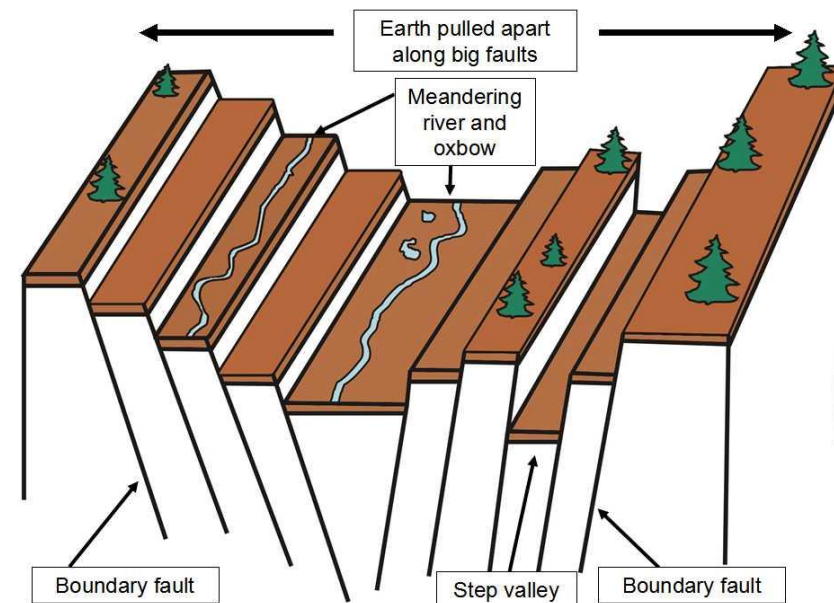
# Presentation plan

- Пример успешной оптимизации работ
- Логичные методы оптимизации
- Нестандартные, но эффективные способы
- Неудачные решения оптимизации

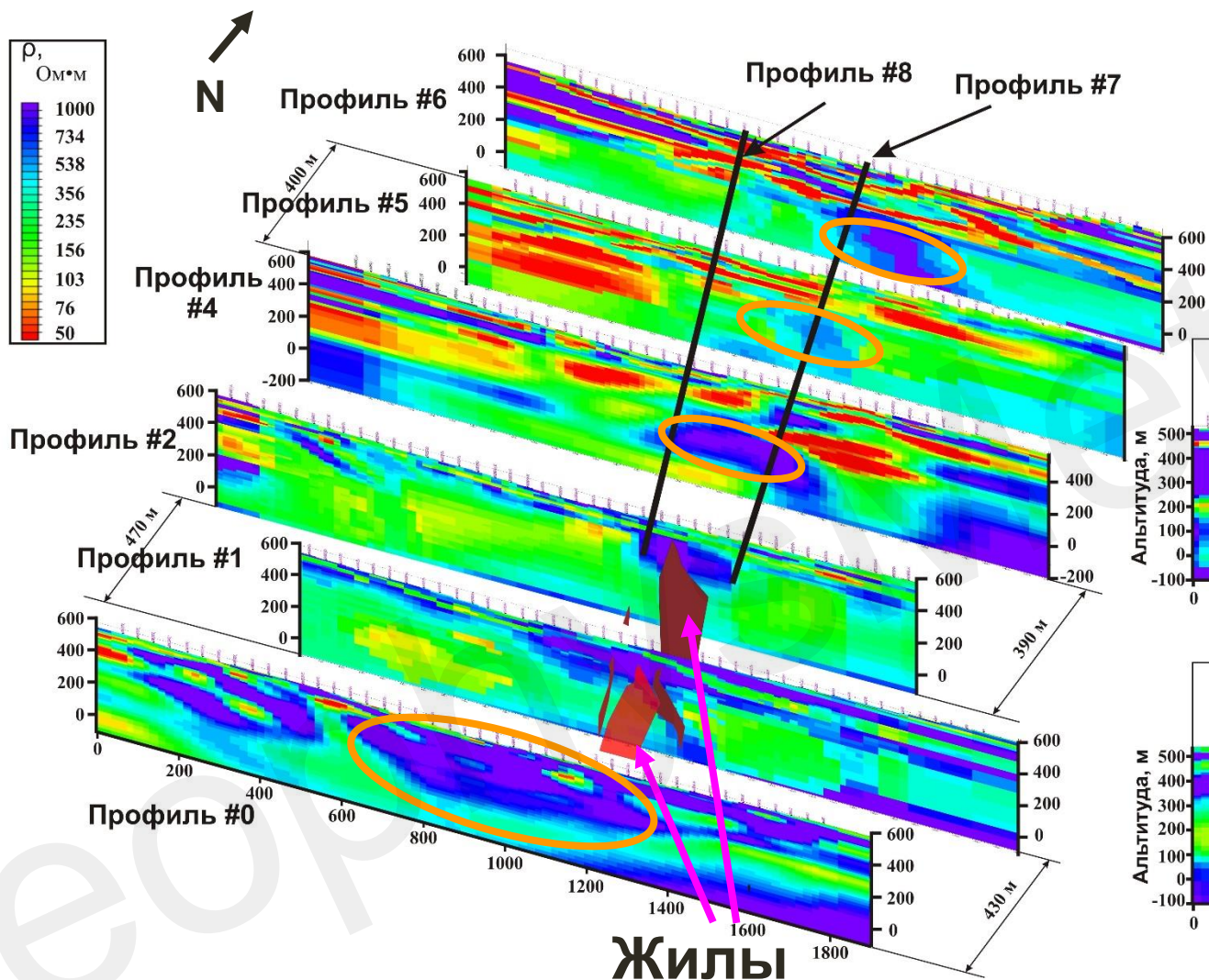
# Отражение грабена на карте гравитационного поля



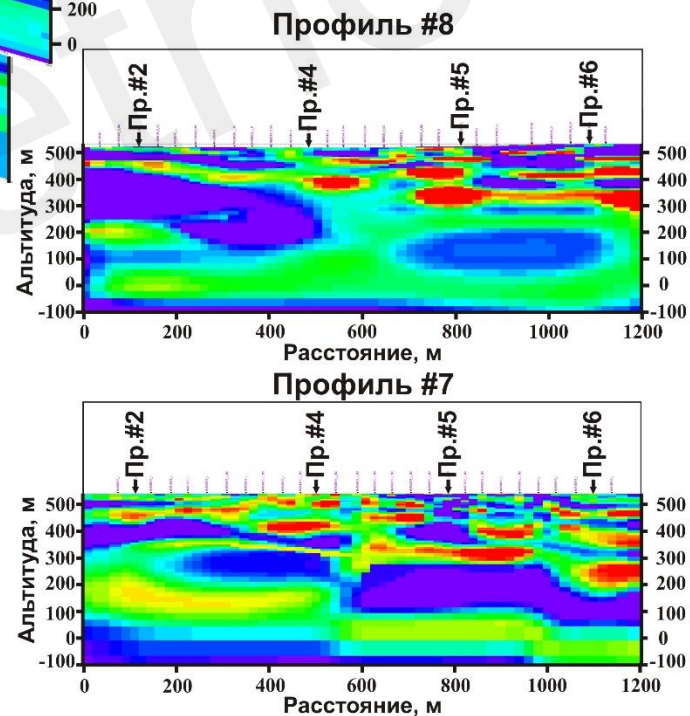
## Грабен



# 3D визуализация геоэлектрических разрезов



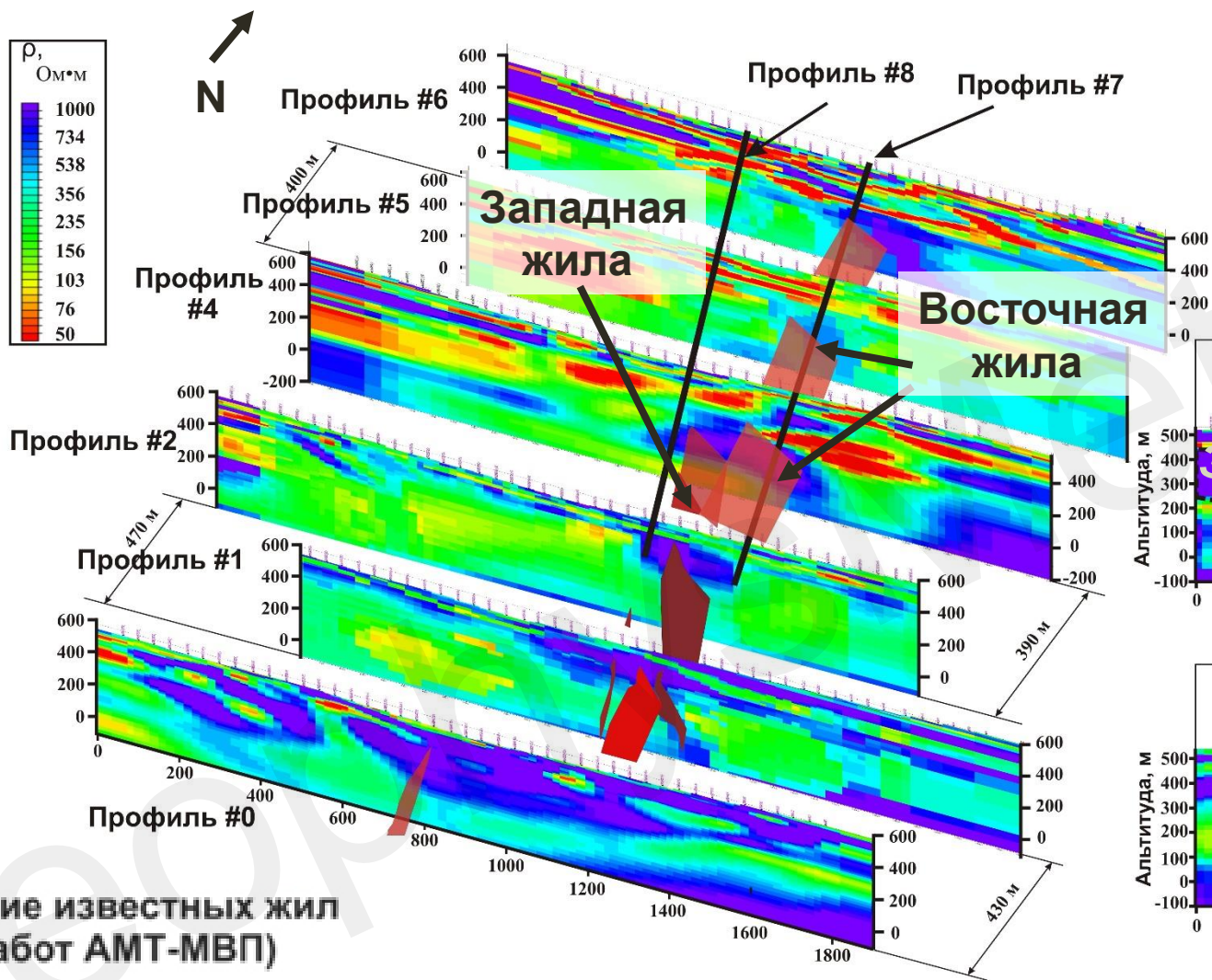
305 пикетов АМТ-МВП  
 360 пикетов МПВ  
 Сроки полевых работ и  
 защиты отчета – 35 суток



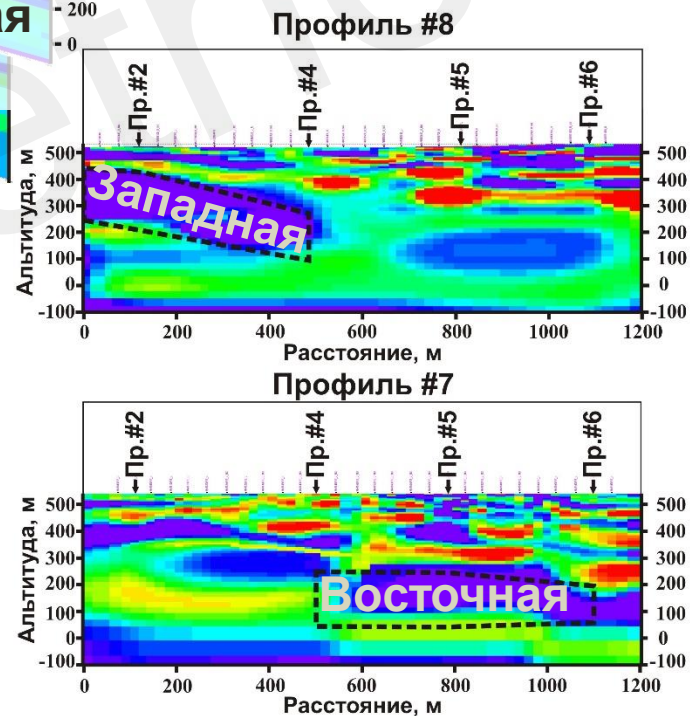
2D инверсия (RMS менее 3% для всех разрезов)  
 TE и TM моды (амплитуда и фаза) от 10 000 Гц до 30 Гц  
 Типпер: 10 000 – 1 000 гц



# 3D визуализация геоэлектрических разрезов



305 пикетов АМТ-МВП  
360 пикетов МПВ  
Сроки полевых работ и  
защиты отчета – 35 суток



Положение известных жил  
(до работ АМТ-МВП)

Положение жил,  
обнаруженных после  
работ АМТ

- Пример успешной оптимизации работ
- Логичные методы оптимизации
- Нестандартные, но эффективные способы
- Неудачные решения оптимизации

## High quality

## High productivity

**GM-MAG**  
(PAYLOAD: 2.7 KG)



**AERODYNE, PEGAS**  
(PAYLOAD: 7.0 KG)



**DIAM**  
(PAYLOAD: 5.0 KG)



Flight time from 31 UP TO 80 MINUTES

- MAGNETIC SURVEY
- GAMMA-RAY SPECTROMETRY
- EM-METHODS

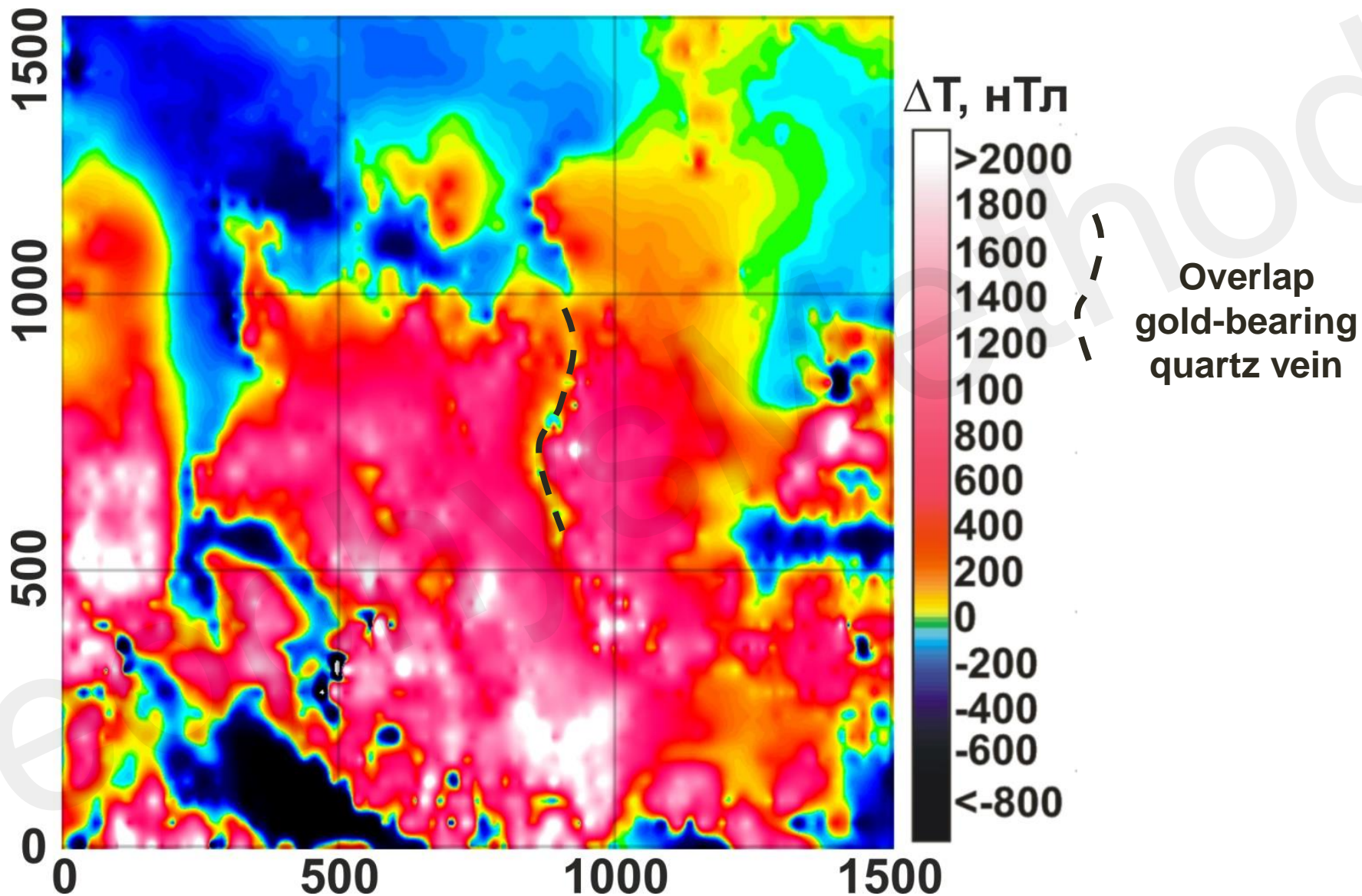
**UP TO 500 SQ. KM. IN A MONTH\***  
(5 000 LINEAR KM IN A MONTH)

Flight time UP TO 10 HOURS

- MAGNETIC SURVEY
- AERIAL PHOTOGRAPHY

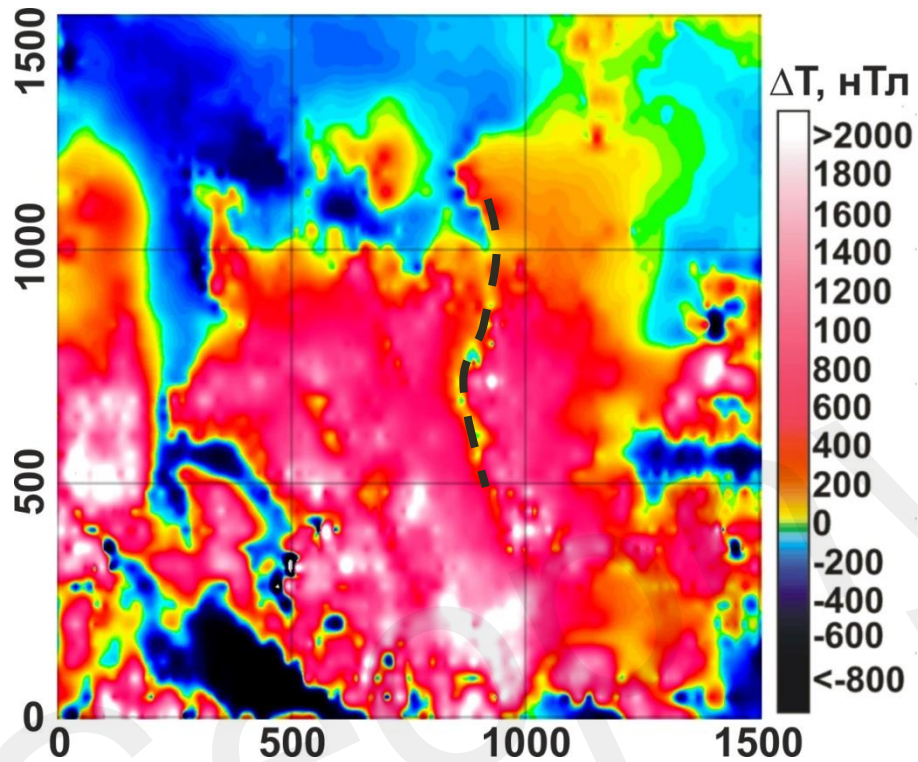
**UP TO 5 000 SQ. KM. IN A MONTH\***  
(50 000 LINEAR KM IN MONTH)

\*subject to good weather

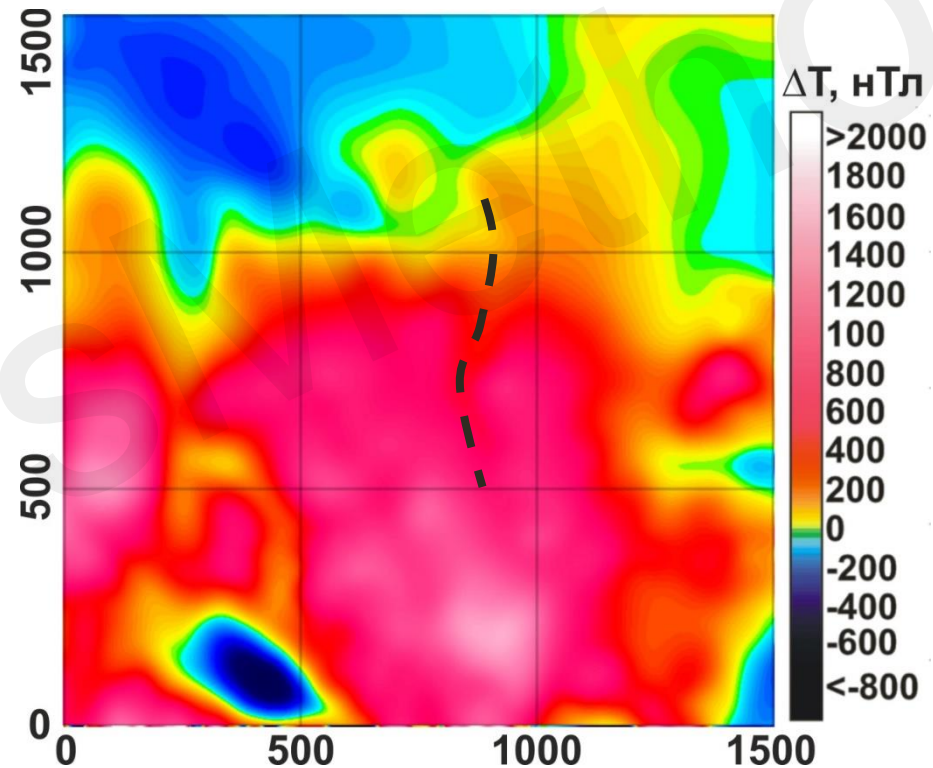




### Land magnetic survey



### UAV-based survey (40 meters upward)



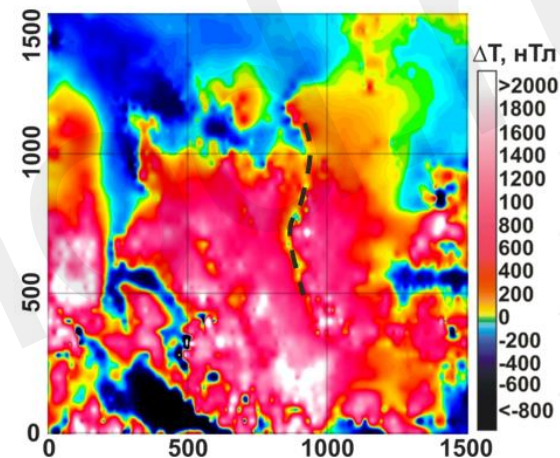
Overlap  
gold-bearing  
quartz vein

If the area  
square more  
than 100 sq  
km than  
Drone more  
actual

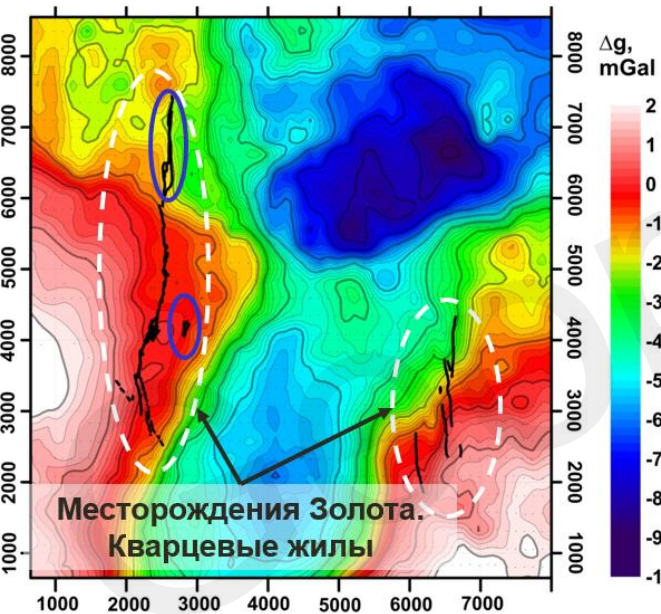
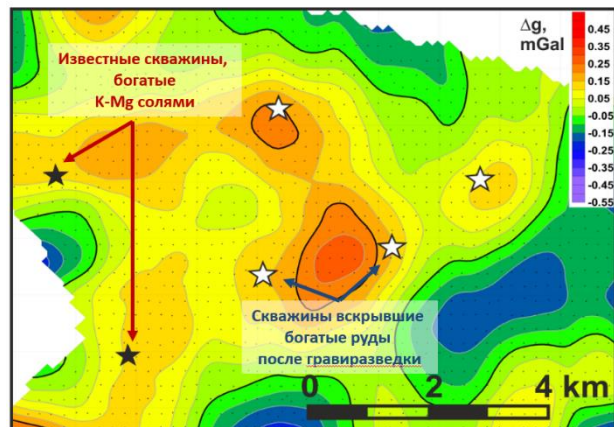
# Что объединяет случаи реальных открытий в практике GM-Service?

Разработка высококвалифицированными специалистами (геологами и геофизиками) детального технического задания (ТЗ) для выполнения **оптимального комплекса работ.**

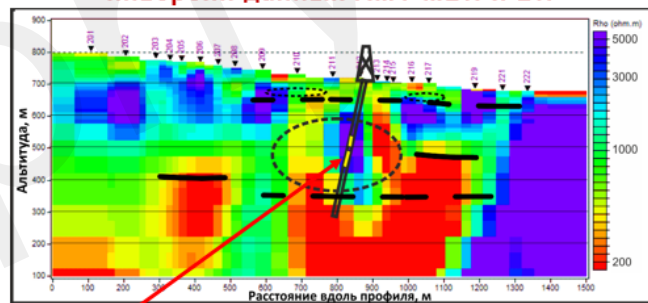
Land magnetic survey



Поиск K-Mg солей. Карта продуктивного горизонта на глубине 950 м

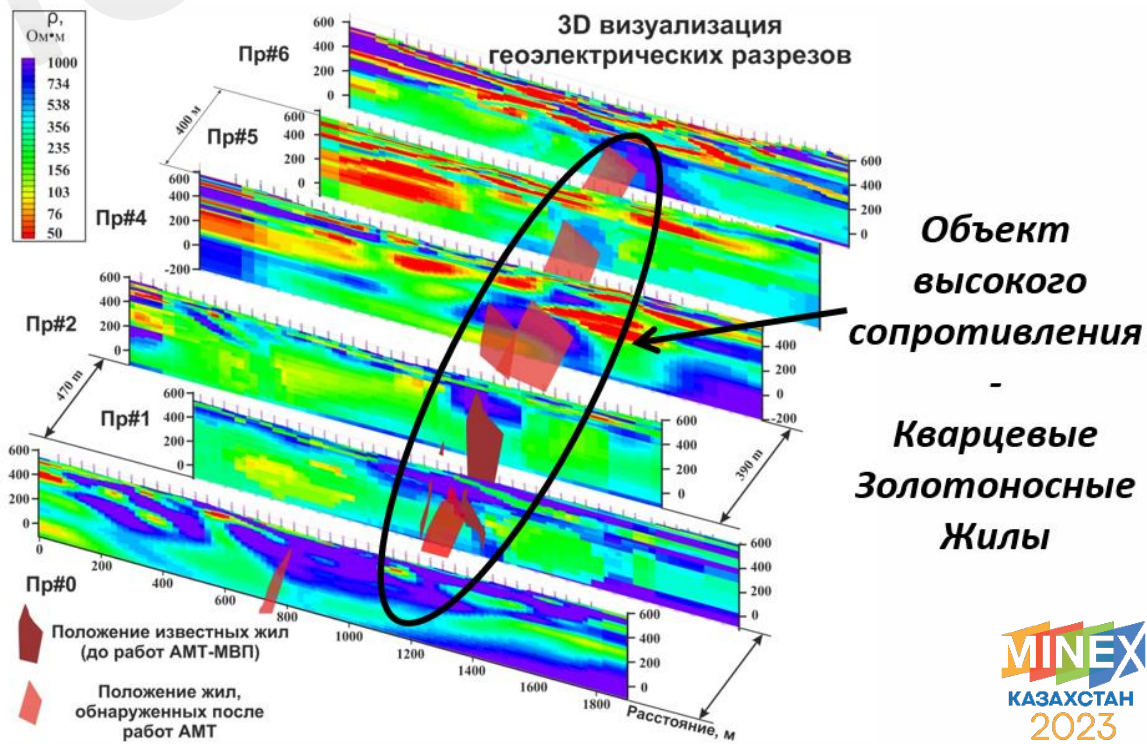
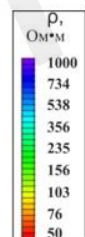


Геоэлектрический разрез по результатам инверсии данных АМТ-МВП и ВП



Результаты бурения промышленных концентраций золота

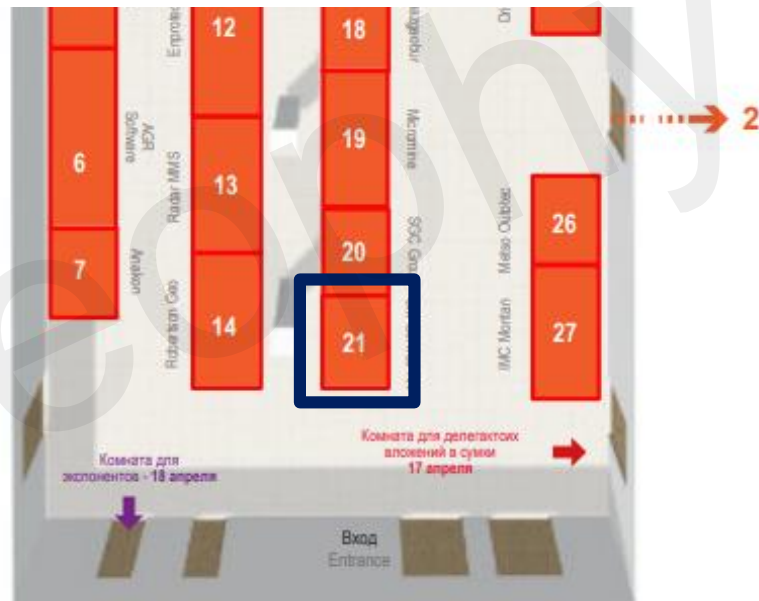
Аномалии поляризуемости > 4% (сульфидная минерализация)



# Спасибо за внимание!



## Добро пожаловать на стенд №21



Сервисная  
геолого-  
геофизическая  
компания



195274, РФ, г. Санкт-Петербург,  
проспект Просвещения,  
дом 53, корп. 1, литера А, кв. 195.



010000, РК, г. Нур-Султан,  
Есильский район, ул. Достык,  
здание 20, офис 302



+7 (911) 792-05-71



GeophysMethod@gmail.com



GeophysMethod.ru  
GeophysMethod.com



МАГНИТОРАЗВЕДКА

ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКА

ГРАВИРАЗВЕДКА

ГЕОХИМИЯ

ГЕОЛОГИЯ

СПЕКТРОМЕТРИЯ

БПЛА

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ  
ДАННЫХ

11 ЛЕТ УСПЕШНОЙ РАБОТЫ

**Дополнительные слайды**

GeophysMethod.ru



# Геолого-генетическая модель эпитермального месторождения



(По Hedenquist et al. 2000, модифицированная Ермолин и Савичев 2018)