



**АЭРОГЕОФИЗИКА**  
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ



# ПЕРСПЕКТИВЫ АЭРОГЕОФИЗИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОГНОЗНО- МИНЕРАГЕНИЧЕСКИХ РАБОТ

Бабаянц П.С., Контарович О.Р., Трусков А.А.

1. Современные аэрогеофизические технологии (методы и модификации, аппаратура, особенности).
2. Формирование комплекса методов.
3. Подходы к интерпретации данных.
4. Роль физико-геологического моделирования.
5. Выводы.



## Магнитометрия:

### Новый универсальный магнитометр Unimaster собственной разработки:

- Четыре независимых магнитных канала
- Квантовые Rb-датчики
- Чувствительность не хуже 0.001 нТл
- Скорость измерений – до 1000 отсчетов в секунду
- Вес (вместе с датчиком) – 3 кг



## Гамма-спектрометрия:

- Блоки полициновых детекторов NaI (Tl) с разрешением по линии 662 кэВ (Cs) не хуже 9%
- Объем - до 48 литров
- Раздельная регистрация спектра от каждого кристалла с дискретностью 1 сек.
- Число каналов – 1024
- Система автостабилизации
- Диапазон регистрации спектра 0.38÷5.0 мэВ
- Оригинальная методика обработки данных

### Спектрометр 16 л



## Аэрогравиметрия:

Аэрогравиметр с гирос платформой



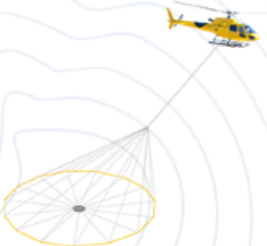
Бесплатформенный аэрогравиметр



- Устойчивость бесплатформенного аэрогравиметра к повышенным возмущающим ускорениям позволяет использовать его при полном обтекании рельефа местности, что повышает качество материалов.
- Меньшие габариты и энергопотребление позволяют установку комплекса на легких носителях, расширяя парк используемых ВС.

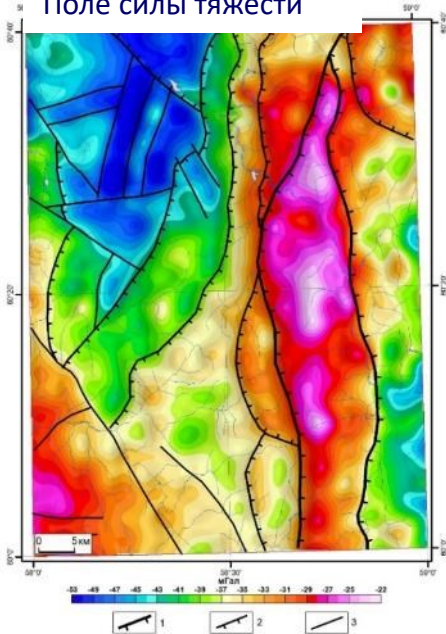
### Основные характеристики:

- Энергопотребление: < 150 Вт
- Вес: ~ 14 кг
- Энергопотребление: < 150 Вт
- Время стабилизации: < 2 мин
- Диапазон гироскопов:  $\pm 395$  °/с
- Диапазон акселерометров:  $\pm 20$  g
- Стабильность гироскопов: дрейф < 0.001 °/час
- Стабильность акселерометров: < 12  $\mu$ g

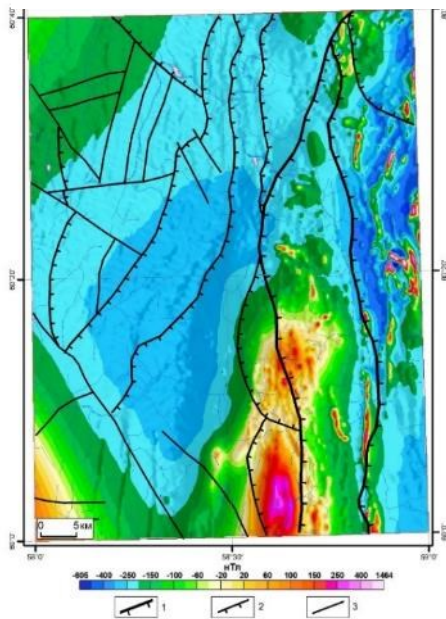


## Аэрогравиметрия:

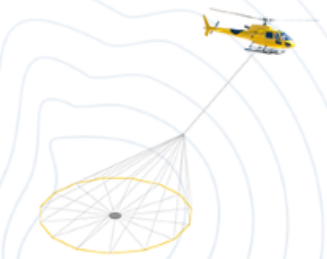
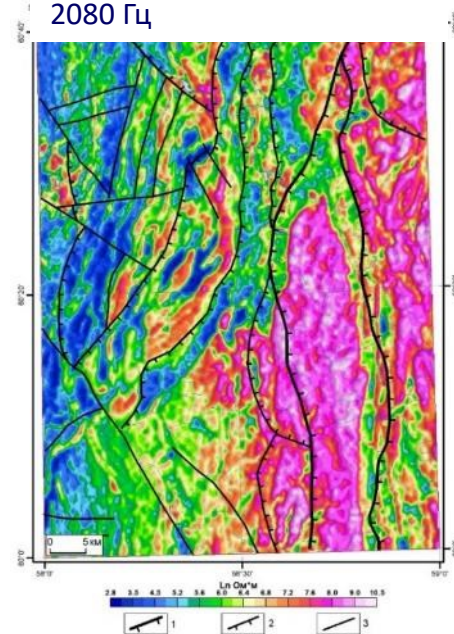
Поле силы тяжести



Аномальное магнитное поле



Сопrotivления на частоте 2080 Гц



## Аэроэлектроразведка

### ЧАСТОТНЫЕ СИСТЕМЫ:

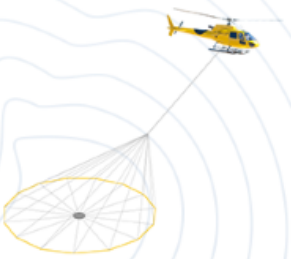
#### Система EM-4H/EM-4T

#### Основные параметры:

- Рабочие частоты:  
130, 520, 2080, 8320 Гц
- Геометрия: разнесенная, с системой относительного позиционирования
- Измерение:
  - компоненты: X, Y и Z
  - параметры: синфазная и квадратурная компоненты
  - дискретность измерений: 7 Гц

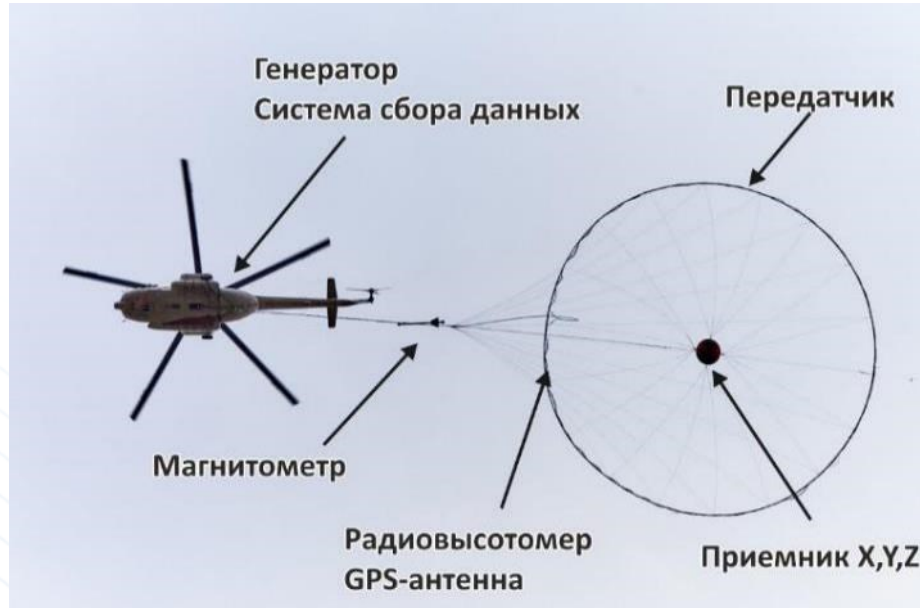


## ИМПУЛЬСНЫЕ СИСТЕМЫ: Система HoriZOND



## Аэроэлектроразведка

### Система HorizOND



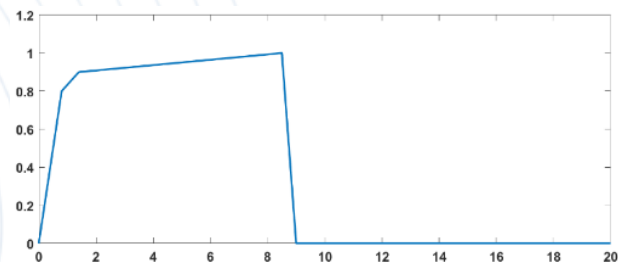
### Базовая конфигурация системы

Частота	12,5 – 25 – 75 Гц
Дипольный момент	до 600 000 Ам <sup>2</sup>
Форма импульса	Трапецевидный
Продолжительность импульса	5 – 9 – 15 мс
Дискретность	10 Гц
Уровень шума	0.2 нТ/с

### Возможности настройки системы

Частота, Гц	Момент, А/м <sup>2</sup>	Продолжительность импульса, мс
12.5	275	15
	600	15
25	135	9
	400	9
75	275	5

### Форма импульса

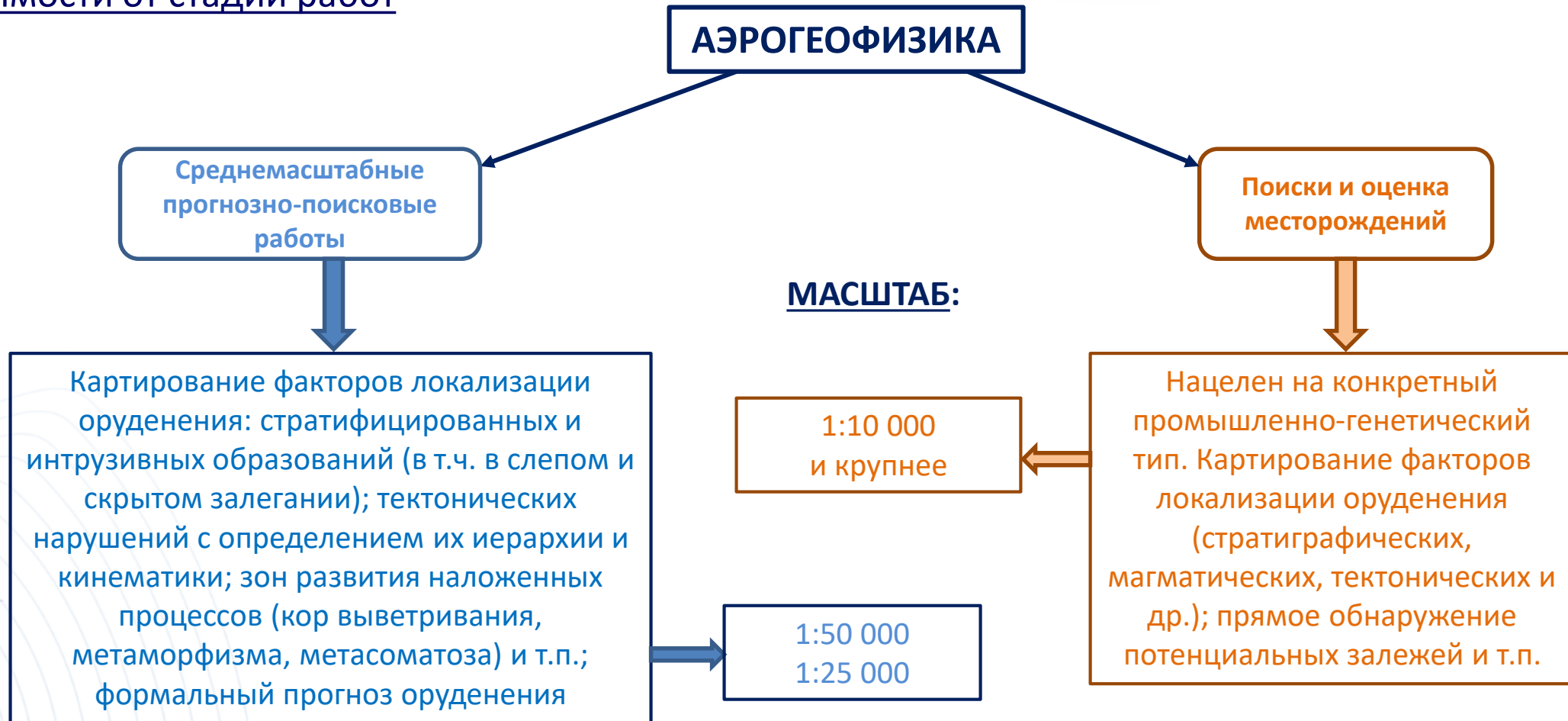


В зависимости от стадии работ





В зависимости от стадии работ



## Стратегия поисковых работ

Характеристика поисковых объектов	Вариант 1	Вариант 2
Наличие прямых поисковых признаков	Присутствуют	Отсутствуют (нет геологических элементов, характеризующихся взаимно однозначной связью с целевым объектом)
Особенность физических границ	Границы целевого объекта связаны с геологическими	Границы целевого объекта часто условны и не связаны с геологическими
Контрастность физических параметров	Контрастные значения физических параметров, характеризующих объект	Малые различия значений физических параметров, характеризующих объект и вмещающую среду
Проявленность в физических полях	Интенсивные аномалии	Слабые полезные сигналы, соизмеримые с уровнем помех
<b>Поисковая стратегия</b>	<b>Обнаружение аномалий-индикаторов</b>	<b>Комплексирование</b> разнородных <b>методов</b> и целевые технологии интерпретации данных

### Рудоконтролирующие минерагенические факторы:

- Магматические
- Литологические
- Структурно-тектонические
- Гидротермально-метасоматические
- Геофизические (эталонно-статистического прогноза)
- Геохимические

**Выбор конфигурации программно-аппаратного комплекса подразумевает определение набора аэрогеофизических методов, средств измерения и оптимального авианосителя.**

Осуществляется с учетом следующих факторов:

- Целевое назначение работ и перечень геологических задач, на решение которых должны быть нацелены работы.
- Особенности геологического строения территории.
- Ландшафтно-географические условия съемки (абсолютные высотные отметки, степень расчлененности рельефа, залесенность, наличие водоемов и водотоков, техногенная нагрузка, характер и уровень возможных природных и промышленных помех, и т.п.).
- Размеры площади и необходимое пространственное разрешение съемки.
- Наличие и удаленность от площади работ доступных к использованию аэропортов базирования.
- Развитость инфраструктуры и средств коммуникации.

# Формирование комплекса методов

## К выбору оптимального авианосителя

Ми-8 Т



Eurocopter AS350

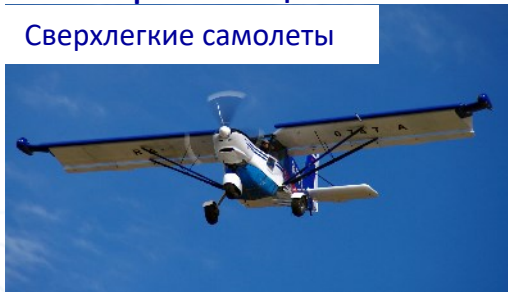


Cessna

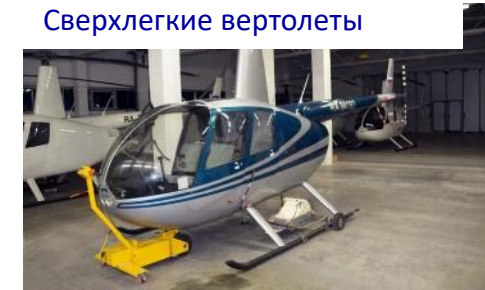


### Легкомоторная авиация

Сверхлегкие самолеты



Сверхлегкие вертолеты



### Беспилотные летательные аппараты

Самолетного типа



Мультиротор



Вертолетного типа



## К выбору аэроэлектроразведочной системы

### Аэроэлектроразведка с использованием гармонических полей

- Картирование разноранговых зон разрывных нарушений, проницаемых зон трещиноватости и дробления, выраженных линейными зонами проводимости;
- Изучение внутреннего строения деструктивных зон по характеру распределения проводимостей;
- Выделение локальных аномалий проводимости, перспективных на обнаружение рудных залежей;
- Картирование погребенных палеодолин с целью прогнозирования россыпных месторождений;
- Выявление погребенных кор выветривания и связанных с ними залежей полезных ископаемых, и т.п.

### Аэроэлектроразведка с использованием нестационарных полей

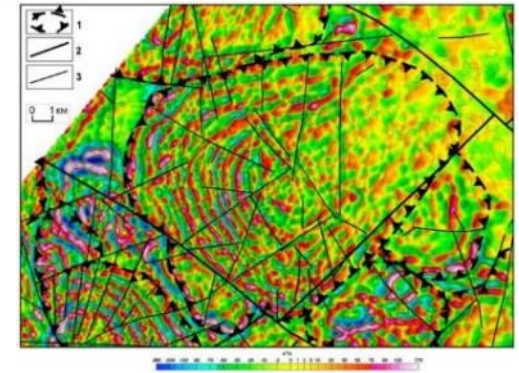
- Детальные поиски сульфидных медно-порфировых, полиметаллических и др. месторождений;
- Выделение аномалий, благоприятных на обнаружение кимберлитовых трубок (совместно с другими геофизическими методами);
- Изучение внутреннего строения рудоконтролирующих тектонических зон и прослеживание рудолокализирующих структур по латерали и на глубину;
- Изучение геологического строения верхней части разреза посредством детального зондирования;
- Выделение аномалий поляризуемости.



В зависимости от характеристик поискового объекта, методы, используемые на этапе интерпретации, могут существенно различаться.

Если объект исследований хорошо локализован, характеризуется наличием четких физических границ, то наибольшей эффективностью обладают методы локальной интерпретации, нацеленные на выявление и оценку параметров изолированных геологических тел.

В условиях, когда у поискового объекта отсутствуют контрастные физические границы, объект характеризуется малыми различиями значений физических параметров по сравнению с вмещающей средой, целесообразно использовать методы интерпретации, направленные в т.ч. на выявление косвенных критериев и признаков локализации оруденения.



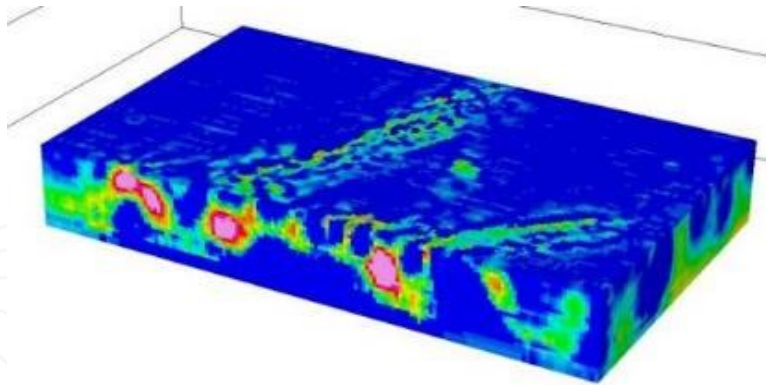
*Локальная составляющая магнитного поля*



*Геологическая карта*

## Моделирование геофизических полей

**Проблема – неоднозначность решения обратных задач геофизики**



*3D – модель распределения эффективной магнитной восприимчивости, полученная по результатам инверсии магнитного поля*

### Пути снижения неоднозначности:

- 1) Привлечение априорной информации;
- 2) Использование классов моделей, для которых теоретически доказана единственность решения обратной задачи;
- 3) Комплексование разнородных методов;
- 4) Использование технологий 3D-моделирования.

# Подходы к интерпретации данных

## Комплекс методов:

- Гравиразведка
- Магнитометрия
- Электроразведка
- Гамма-спектрометрия



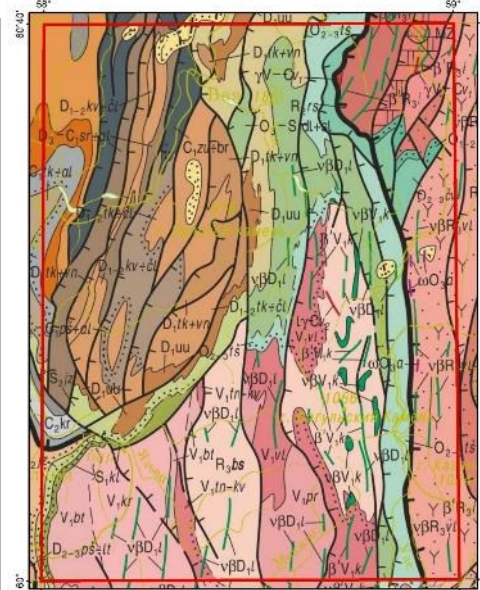
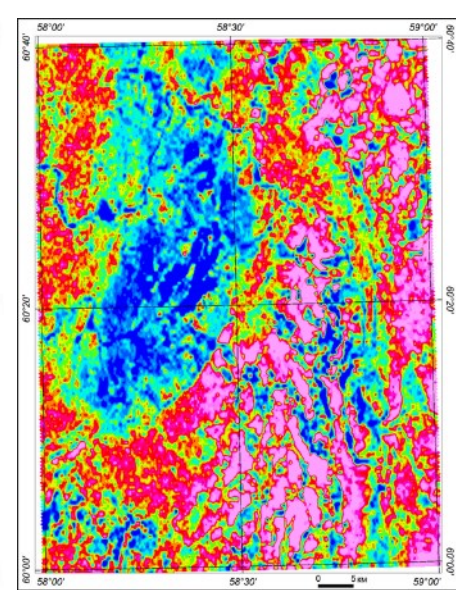
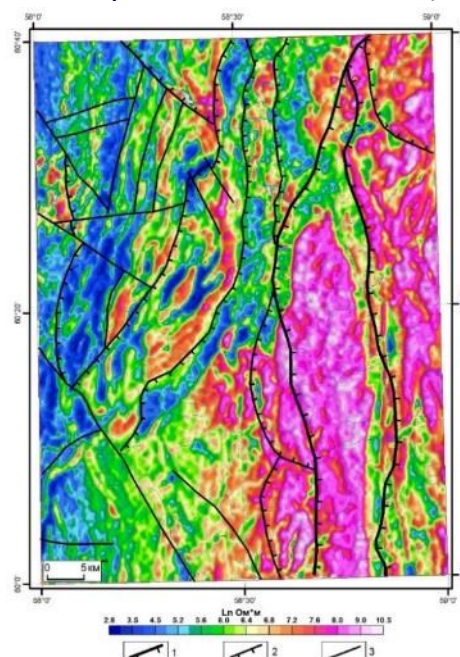
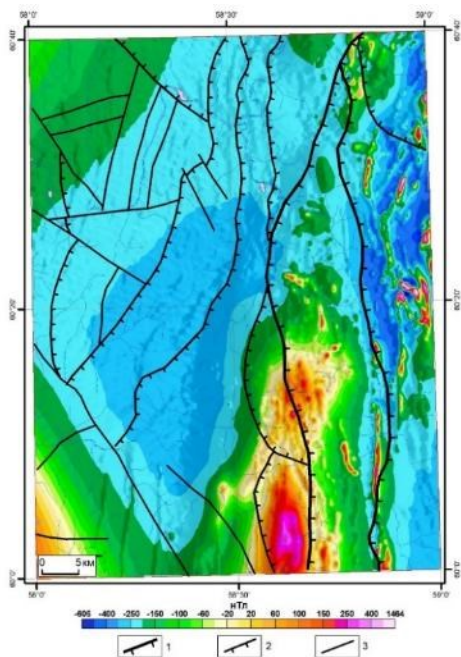
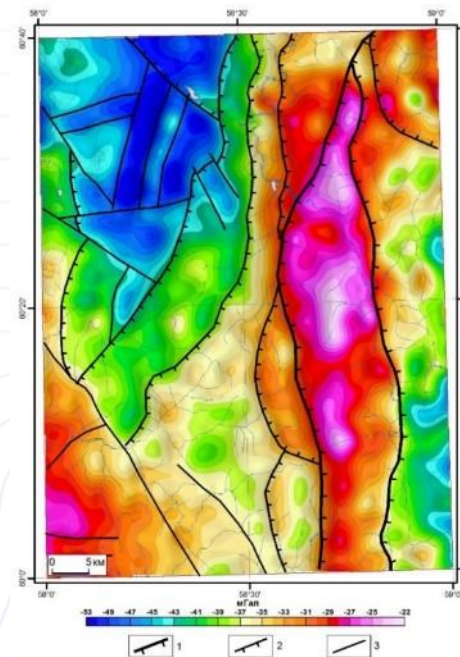
Поле силы тяжести

Магнитное поле

Сопротивления 2080 Гц

Калий

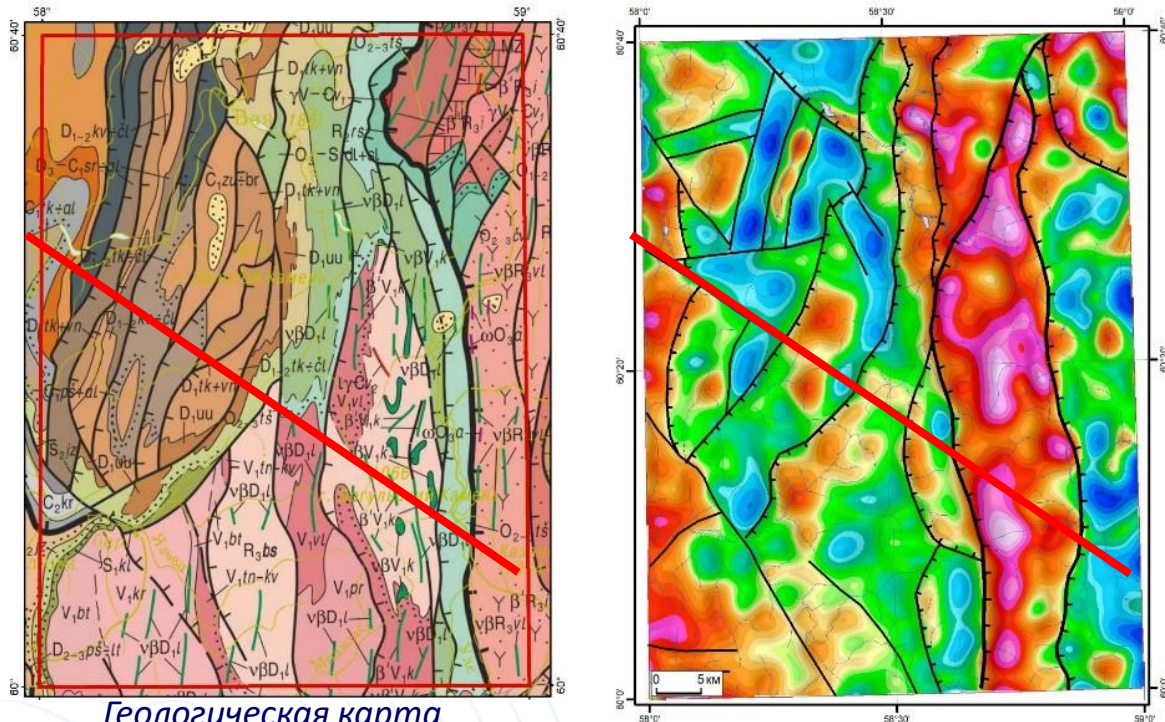
Геол. карта



Основные обозначения: 1 - надвиги главные; 2 – надвиги второстепенные; 3 – нарушения сбросо-сдвигового типа



## Структурно-тектоническое картирование:



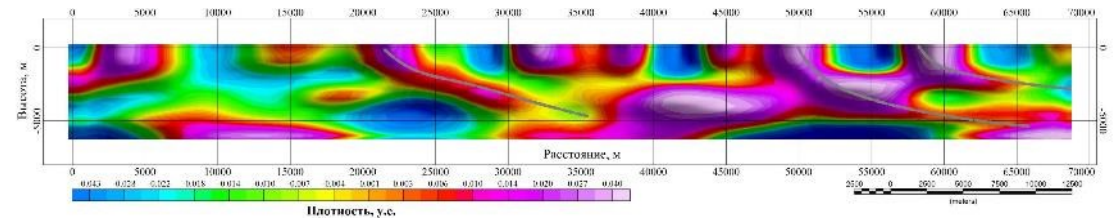
Геологическая карта



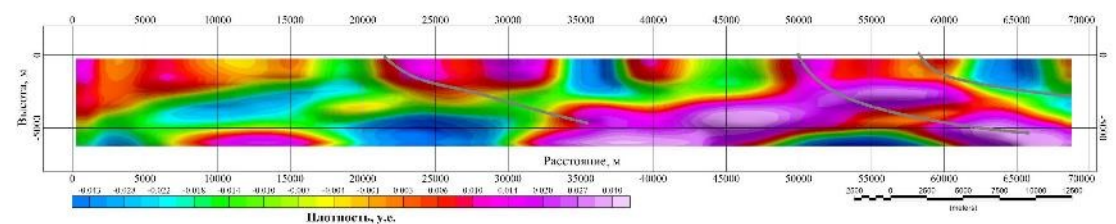
Локальная составляющая поля силы тяжести

Вертикальные разрезы 3D-модели распределения эффективной плотности (локальная составляющая)

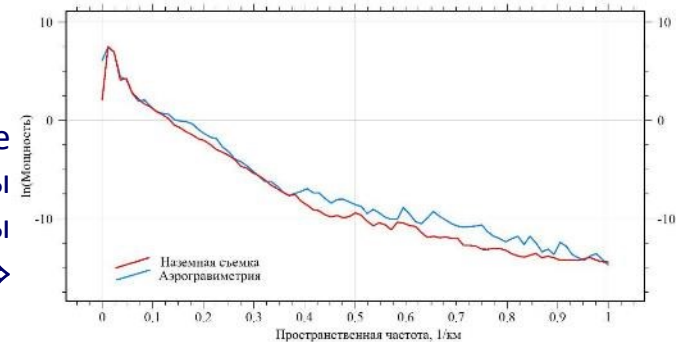
По аэрогравиметрическим данным



По наземным данным

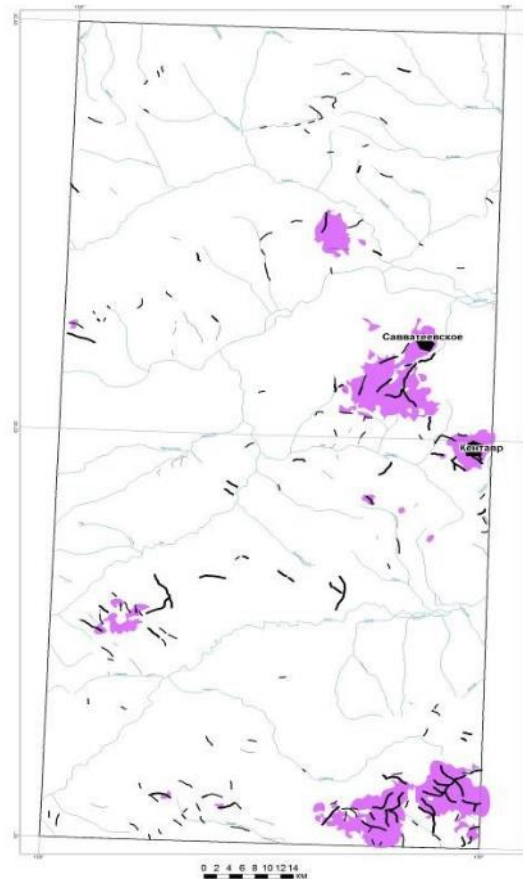


Радиально осредненные энергетические спектры моделей поля силы тяжести ⇒

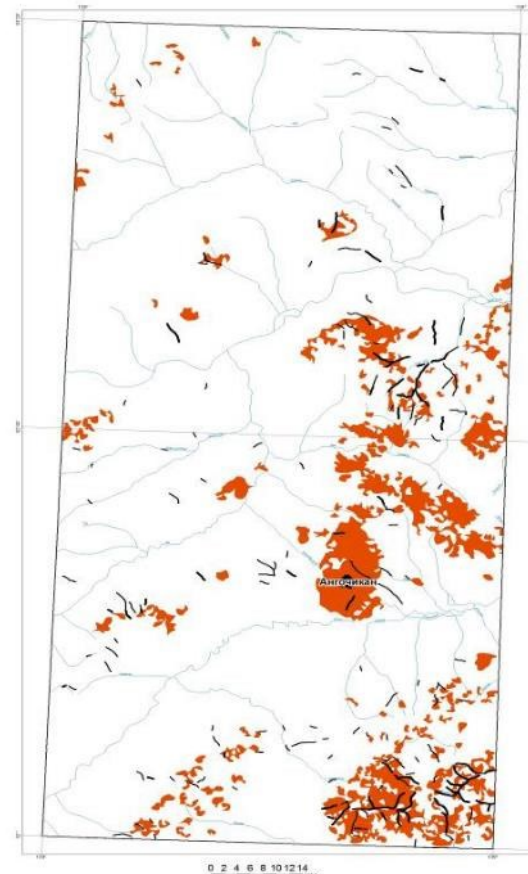


## Формальный прогноз оруденения (алгоритмы распознавания образов, оптимальный прием, нейросети)

Сопоставление результатов формального прогноза с геохимией по потокам рассеяния



Медь + молибден



Олово

Залогом эффективного проектирования современных аэрогеофизических съемок и последующего использования их результатов для прогноза, поисков и оценки месторождений ТПИ является физико-геологическое моделирование целевого объекта в реальных условиях залегания, основанное на обобщении всего спектра имеющейся ретроспективной геолого-геофизической информации, включая данные о физических свойствах пород.

## Факторы локализации медно-порфирового оруденения в зависимости от ранга объекта и их возможное проявление в геофизических полях

№	Фактор	Ранг рудного объекта			Проявленность в геофизических полях
		Район (узел)	Поле	Залежь	
1.	Области сопряжения океанических и платформенных структур с изменением мощности коры	+	-	-	Градиенты современного рельефа, гравитационные ступени
2.	Базальтовые и андезитовые вулканоплутонические пояса	+	-	-	Повышенная изменчивость магнитного поля
3.	Порфиновые интрузии среднего-кислого состава	+	+	-	Отрицательные гравитационные аномалии
4.	Региональные долгоживущие разломы	+	+	-	Линеементный анализ геоф. полей и рельефа
5.	Узлы пересечения разломов	-	+	+	Линеементный анализ, аномалии проводимости
6.	Интенсивные гидротермально-метасоматические изменения	-	-	+	Радиогеохимическая специализация
7.	Сульфидная минерализация (пирит, халькопирит, молибденит)	-	-	+	Повышенные проводимость и поляризуемость

Кривцов А.И., Мигачев И.Ф., Звездов В.С. и др. Методическое руководство по оценке прогнозных ресурсов алмазов, благородных и цветных металлов. Выпуск «Медь». М.: ЦНИГРИ, 2002.

1. Современные аэрогеофизические технологии являются надежным средством оптимизации геологоразведочных работ на твердые полезные ископаемые.
2. Важнейшими преимуществами аэрогеофизических технологий применительно к прогнозно-минерагеническим исследованиям являются оперативность, комплексность и многофункциональность. Эти преимущества определяют целесообразность привлечения для данного вида исследований максимально полного аэрогеофизического комплекса.
3. Для эффективного использования современных аэрогеофизических технологий на ТПИ необходимо подготовить в кратчайшие сроки и утвердить установленным порядком документ, регламентирующий их выполнение.





125373, Москва, Походный пр-д, 19  
+7 (495) 738-7777  
agp@aerogeo.ru  
<http://aerogeo.ru>

**Спасибо за внимание!**