

ТЕХНОЛОГИЯ  
ЭМЗ-ВП ДЛЯ  
ПОИСКОВ РУДНЫХ  
ПОЛЕЗНЫХ  
ИСКОПАЕМЫХ



GELIOS

*Инновационные технологии  
в геологоразведке*



[www.gelios-geo.com](http://www.gelios-geo.com)

# Технология Электромагнитного зондирования и вызванной поляризации (ЭМЗ-ВП)

ЭМЗ-ВП – метод импульсной электроразведки с заземленными генераторным и приемным диполями, в котором осуществляются зондирования становлением поля

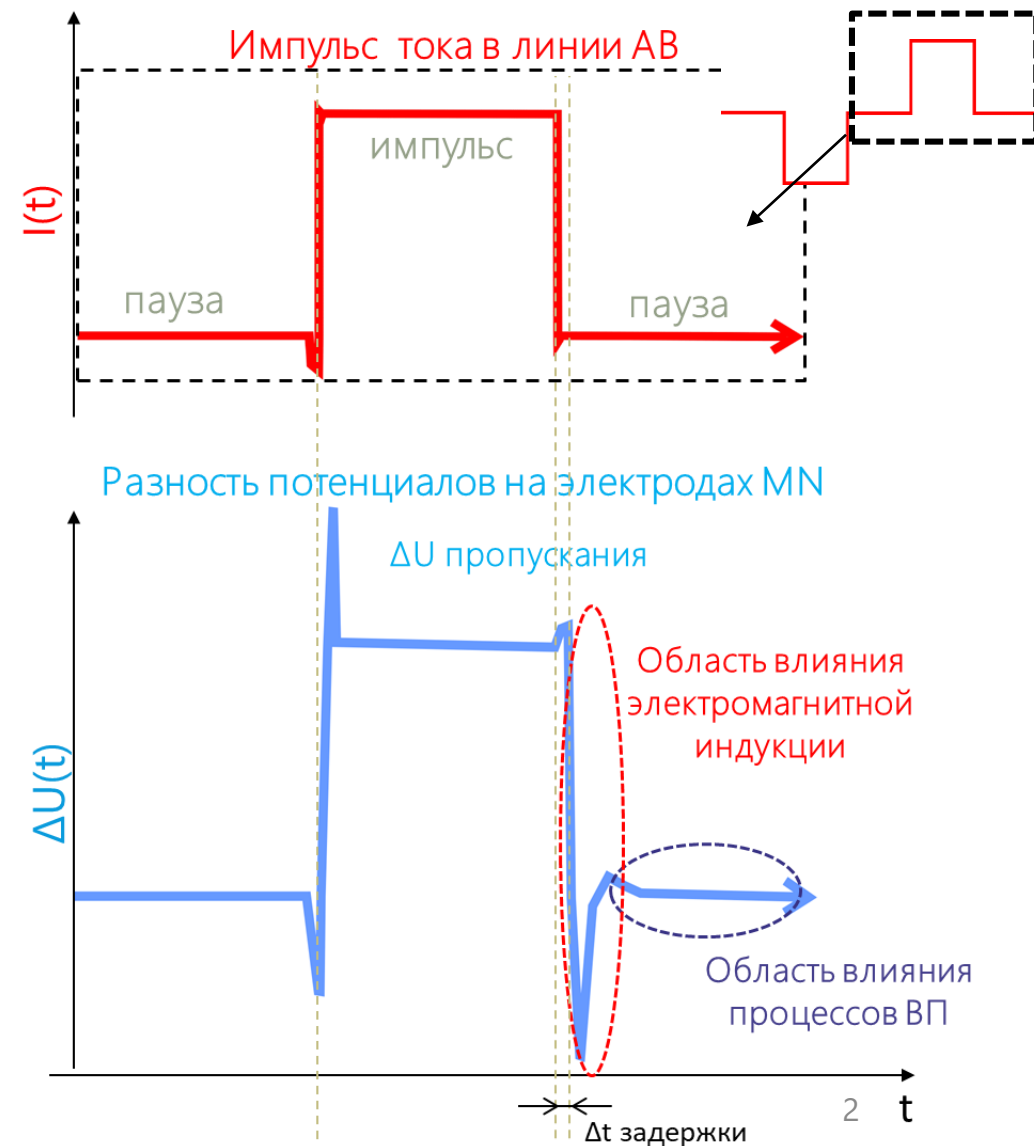
Главная идея ЭМЗ-ВП:

Использование максимально полной информации по замерам характеристик переходных процессов:

Регистрируется весь переходный процесс, включая:

Область влияния электромагнитной индукции

Область влияния процессов вызванной поляризации



## Отличие технологии ЭМЗ-ВП от классических методов постоянного тока

В классических методах (ВЭЗ, ДЭП, электротомография и т.д.) **индукционные процессы** считаются помехой и вырезаются, т.к. не подлежат интерпретации.

Регистрация **индукционных процессов** дает огромный прирост информации о геоэлектрическом строении разреза и разрешающую способность на глубины до 1 км

Регистрация **индукционных процессов** вместе с **процессами вызванной поляризации** позволяет перейти от кажущихся параметров УЭС и поляризуемости к полноценному решению задач одномерной или трёхмерной инверсии с учётом частотной дисперсии электропроводности для становления поля горизонтального электрического диполя.

# Особенности технологии



## Особенности технологии ЭМЗ-ВП

- Широкополосная измерительная система
- GPS/GLONASS-синхронизация генератора и приемной аппаратуры
- Многоканальные приемные модули с высокоомным входом (более 20 МОм)
- Разделение индукционных и поляризационных эффектов для комплексной интерпретации данных

## Высокая производительность технологии ЭМЗ-ВП обеспечивается применением АПЭК «Марс»

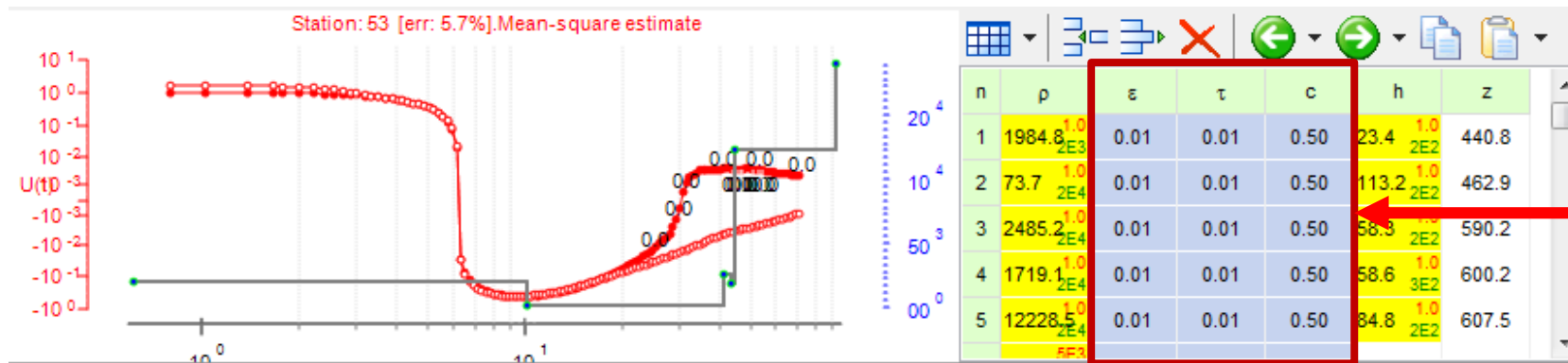
- Частота дискретизации более 10кГц
- Использование установки срединного градиента
- Сохранение массива первичных данных
- Первичная обработка с применением методов робастной статистики
- Регистрация переходных процессов на уровне первых микровольт

## Технология ЭМЗ-ВП имеет

- Высокую чувствительность к индукционной составляющей электромагнитного поля
- Значительно более высокую чувствительность к поляризационным эффектам

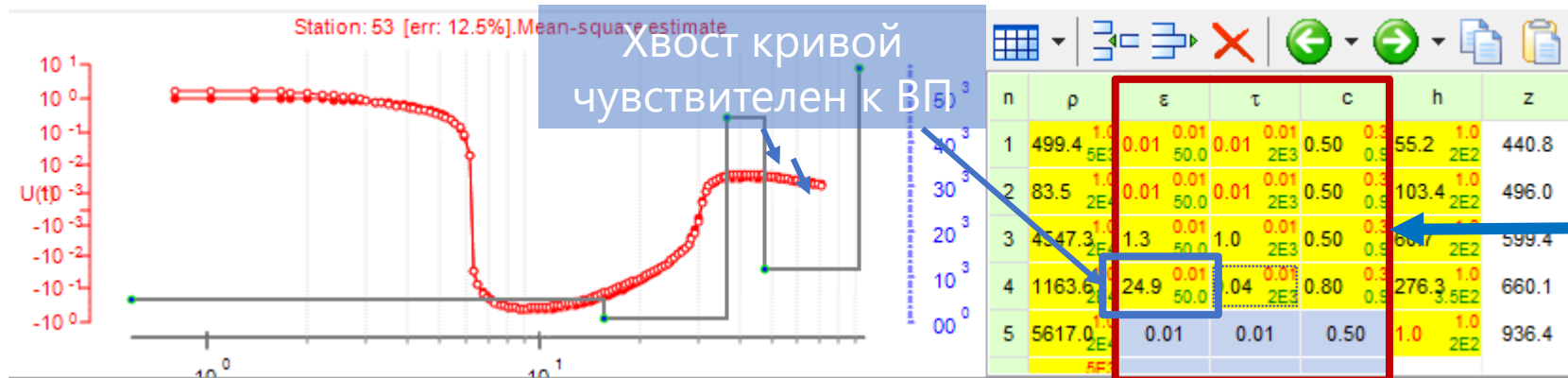
# Кривые зондирования ЭМЗ-ВП

Кривые зондирования ЭМЗ-ВП имеют высокую чувствительность к наличию поляризующихся объектов:



Подбор ранней части кривой в интервале до 15 мс без ВП

Поляризационные  
параметры  
закреплены



Подбор кривой во всем временном диапазоне с ВП

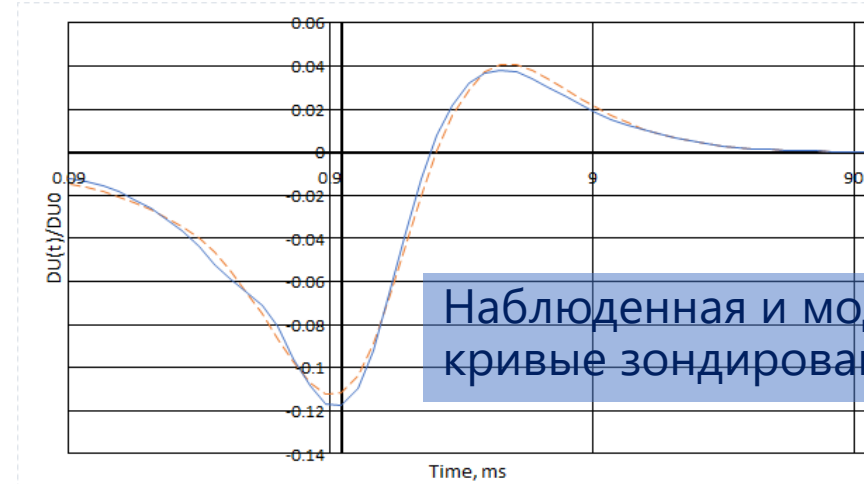
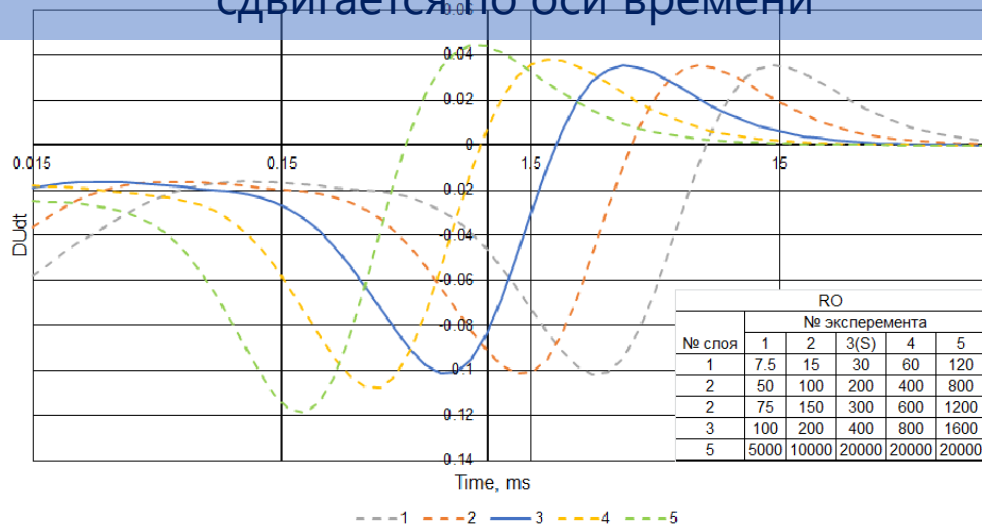
Поляризационные  
параметры  
закреплены

# Кривые зондирования ЭМЗ-ВП

Множество параметров подбора в несколько раз повышают количество эквивалентных моделей при решении обратной задачи

Количество эквивалентных моделей можно снизить путем анализа временной производной кривой зондирования

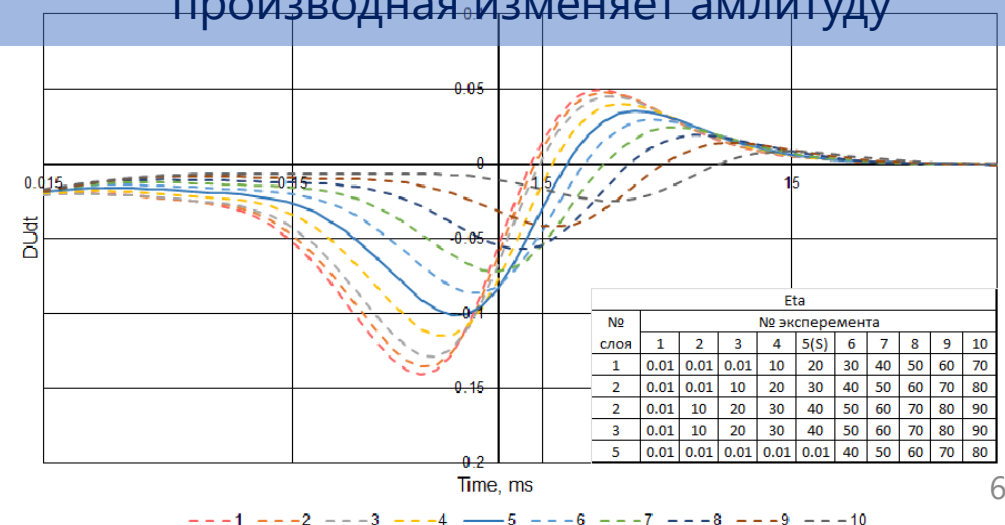
При изменении УЭС временная производная сдвигается по оси времени

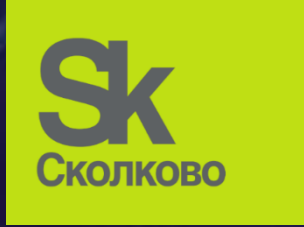


Наблюденная и модельная кривые зондирования

--- Model transient response curve — Observed transient response curve

При изменении поляризуемости временная производная изменяет амплитуду





Инновационные  
технологии в  
геологоразведке

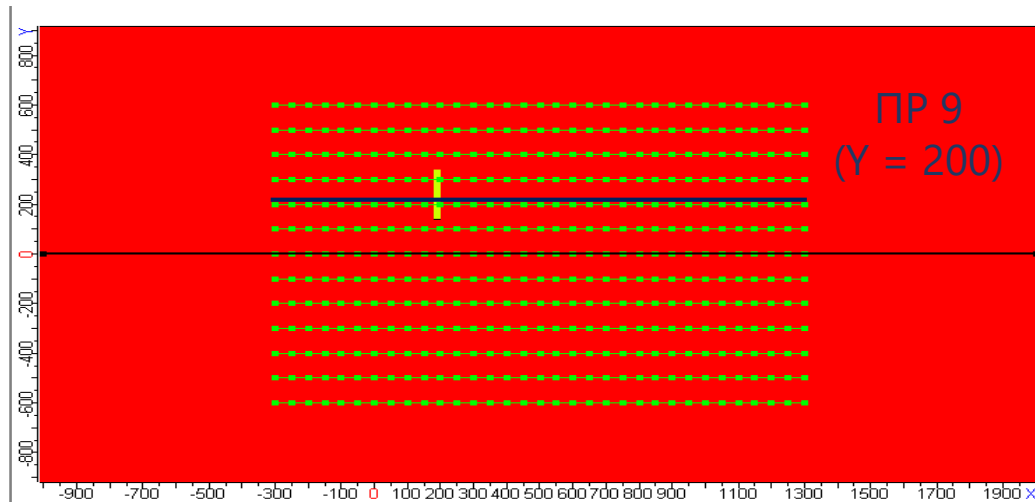
# Математическое моделирование

Оценка чувствительности технологии к рудным объектам на  
различных глубинах

ЭМЗ  ВП ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО  
ЗОНДИРОВАНИЯ И ВЫЗВАННОЙ  
ПОЛЯРИЗАЦИИ

# Постановка задачи

Необходимо оценить чувствительность технологии ЭМЗ-ВП к рудным объектам жильного типа на различных глубинах



Длина АВ – 3000 м    Ток в линии 4 А  
Участок 1600x1200 м<sup>2</sup>  
Расстояние между пикетами – 50 м, профилями – 100 м

Расчеты производились при трех положениях целевого объекта – глубина до кровли: 40, 140, 240 м

## Параметры горизонтально-слоистой среды

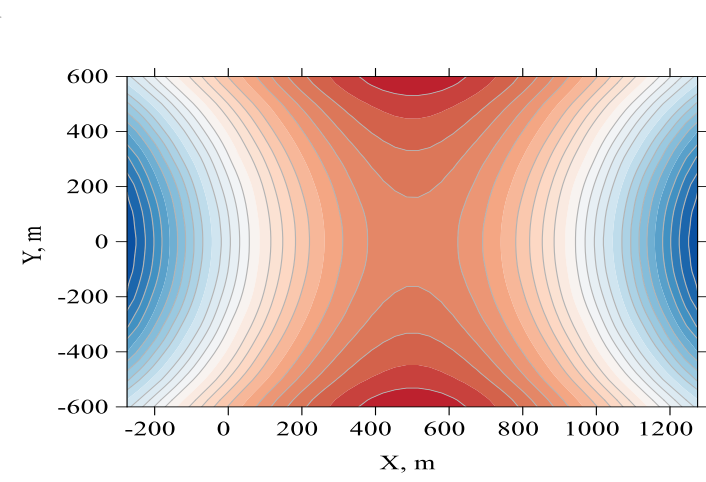
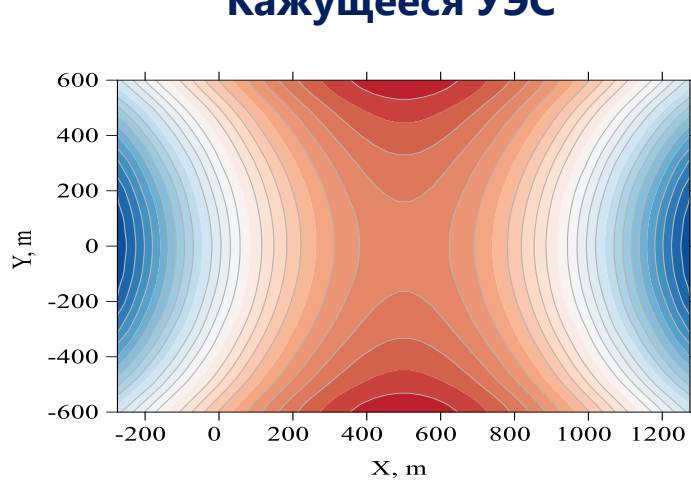
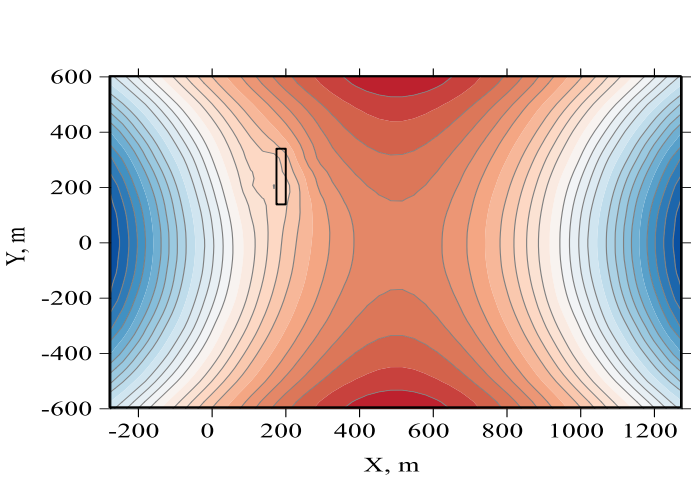
Layers	Rho, Omm	Eta, %	Tau, s
1	50	5	0.01
2	1200	10	0.01
3	10000	5	0.01



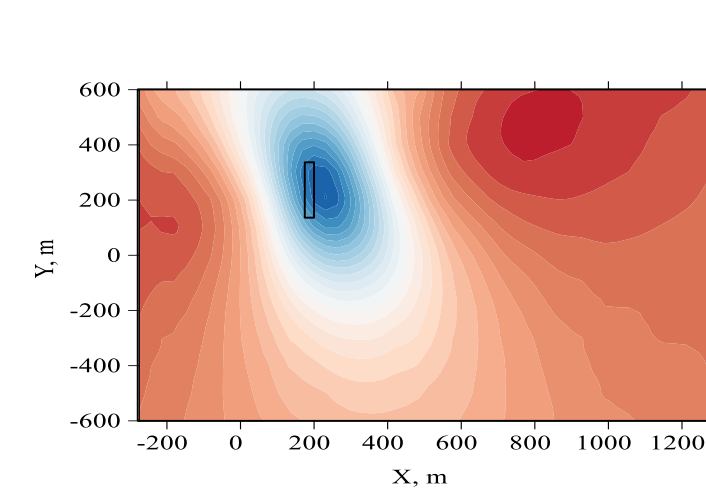
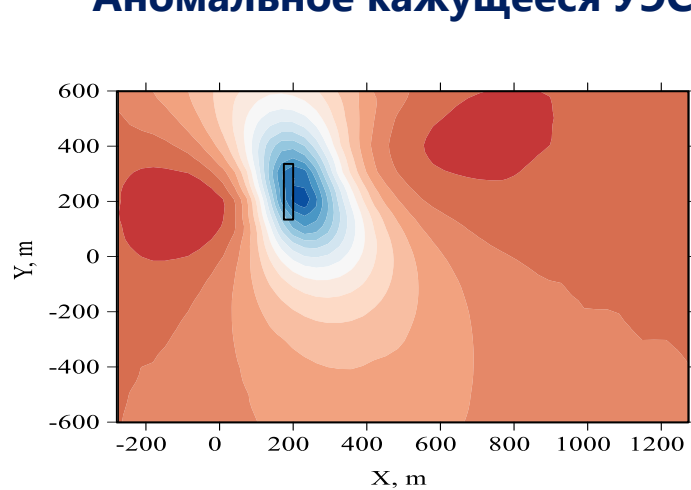
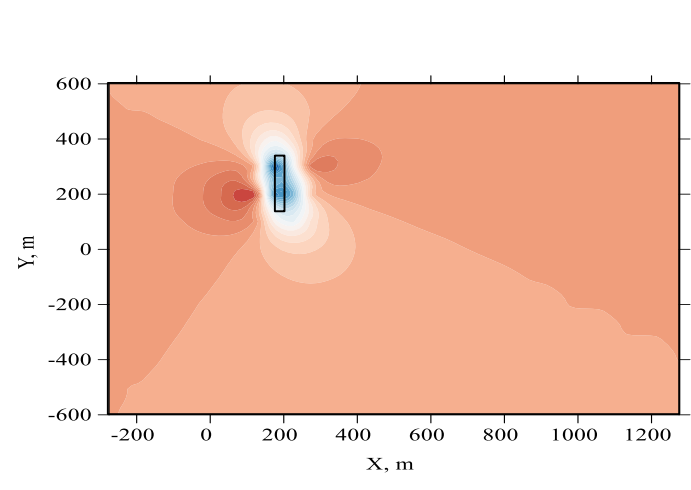


# Данные на постоянном токе

## Кажущееся УЭС



## Аномальное кажущееся УЭС



40 м

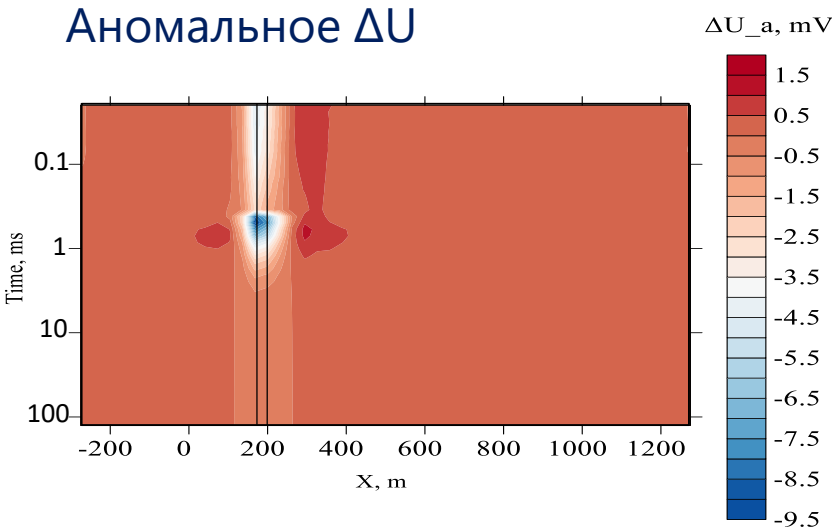
140 м

240 м

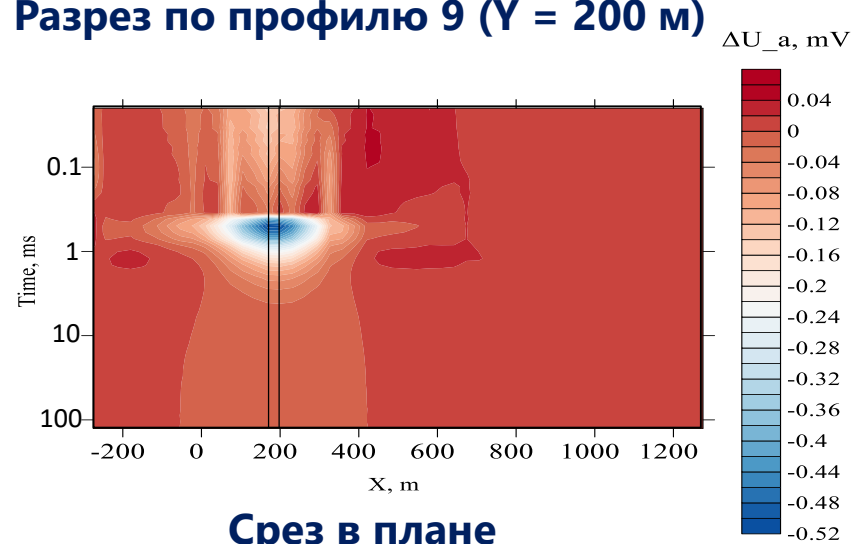
Глубина до кровли целевого объекта

Аномалия хорошо отслеживается только при залегании объекта на 40 м

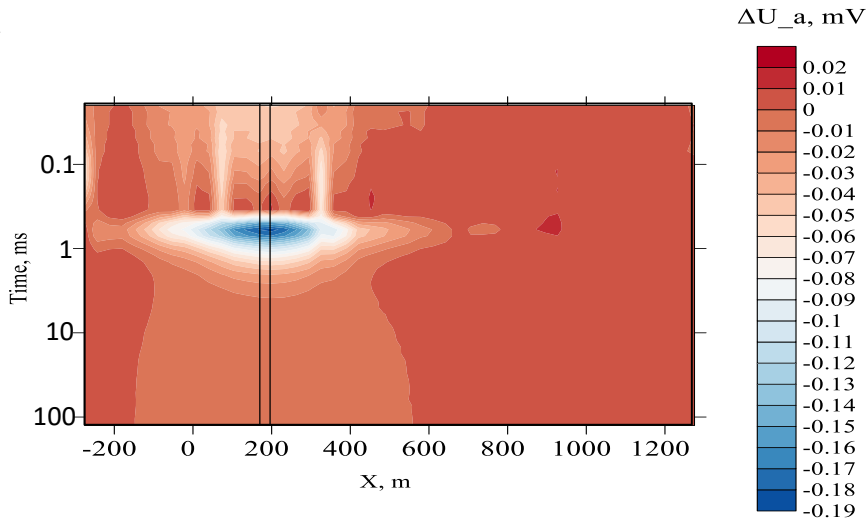
Аномальное  $\Delta U$



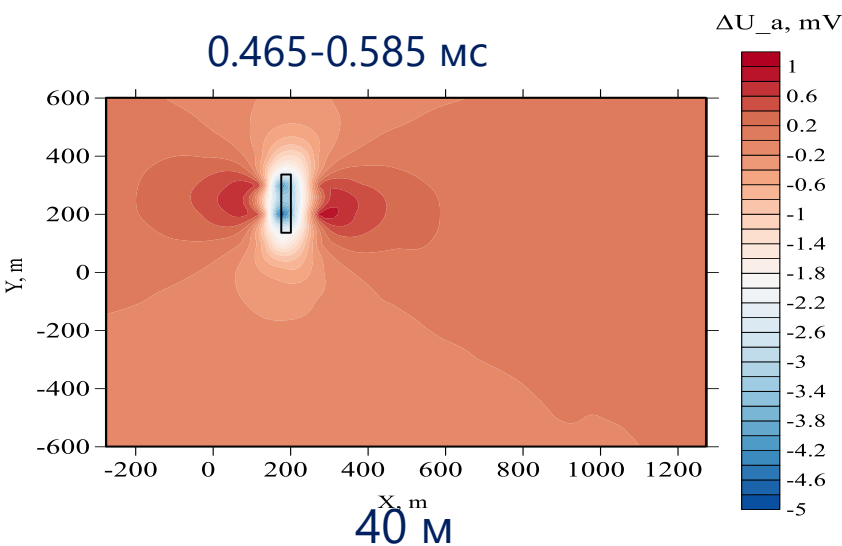
Разрез по профилю 9 (Y = 200 м)



Срез в плане

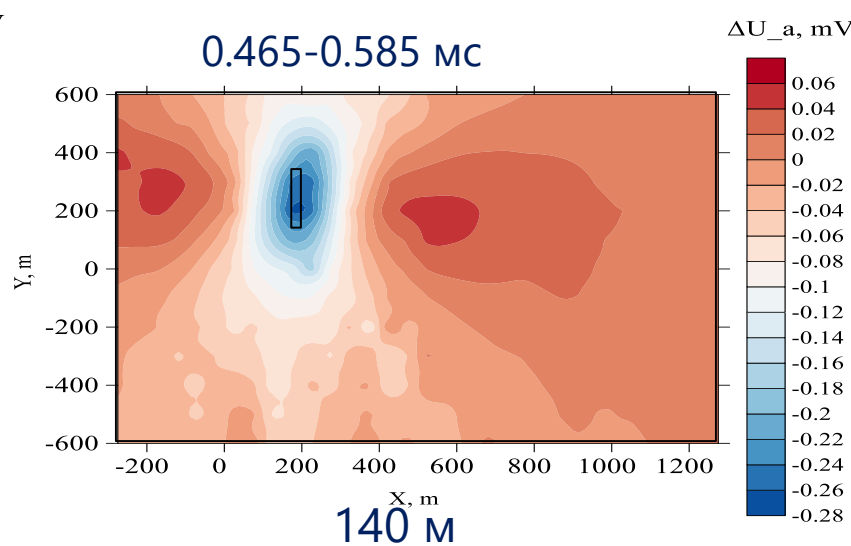


0.465-0.585 мс



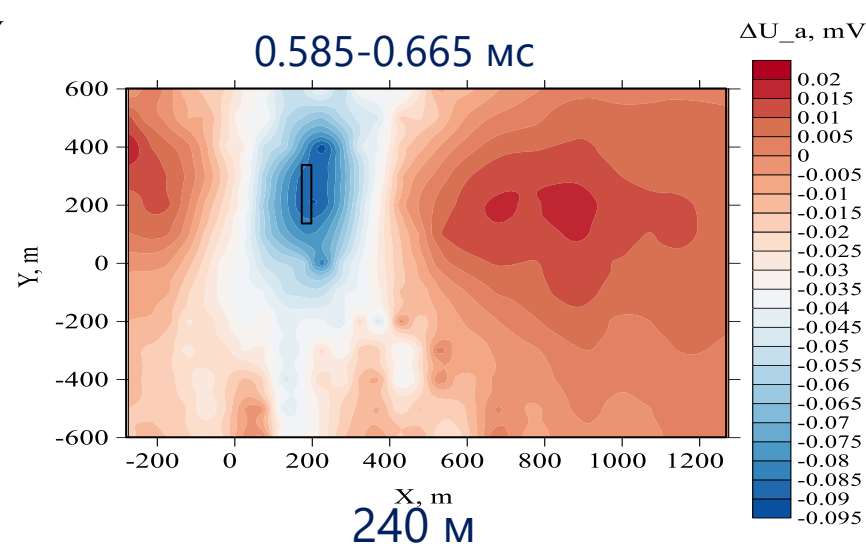
40 м

0.465-0.585 мс



140 м

0.585-0.665 мс

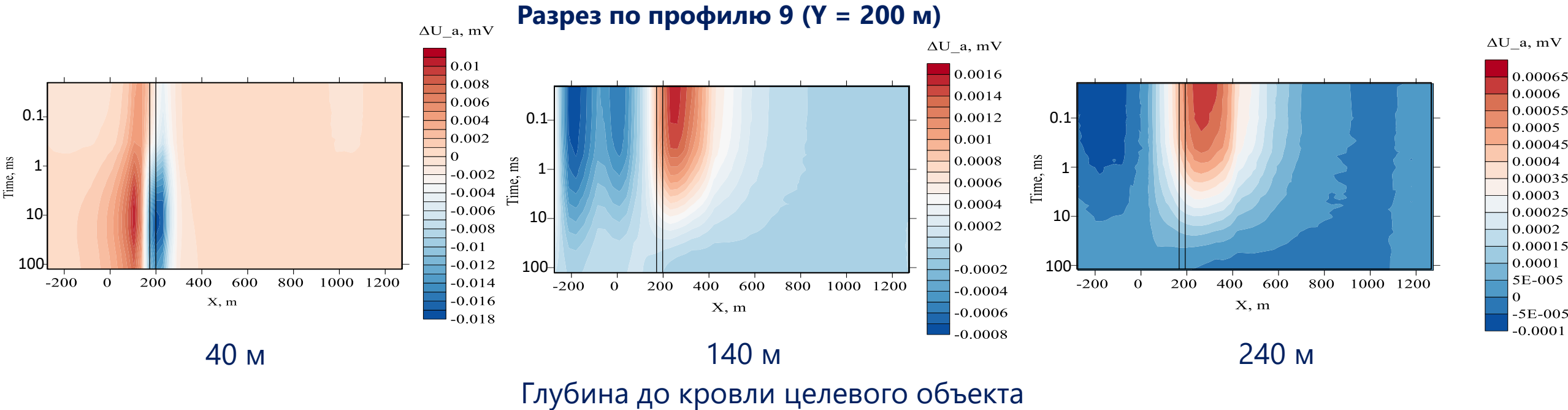


240 м

Глубина до кровли целевого объекта

Аномалия отслеживается на всех глубинах

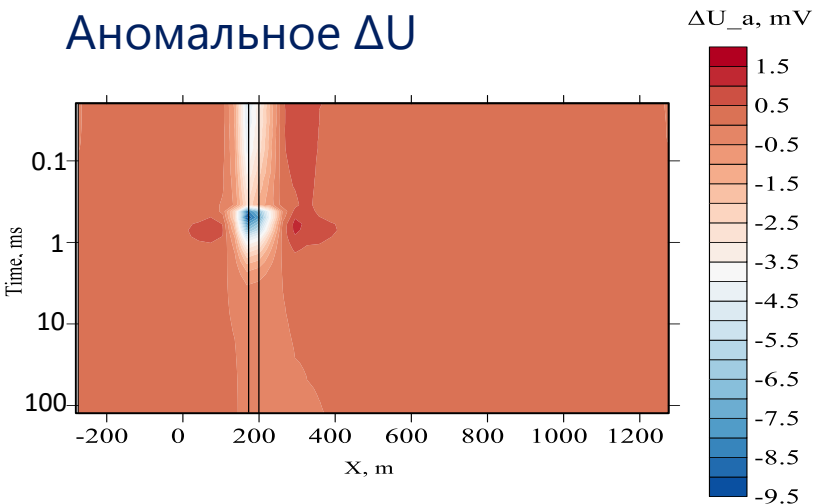
Аномальное  $\Delta U$



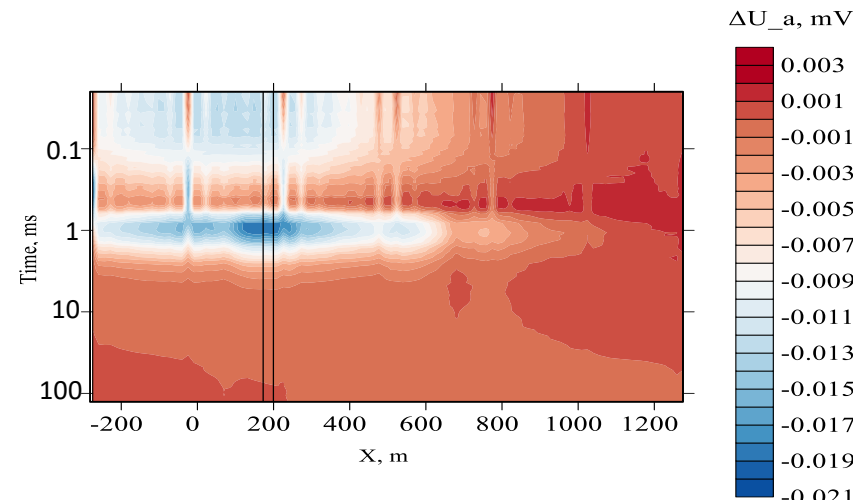
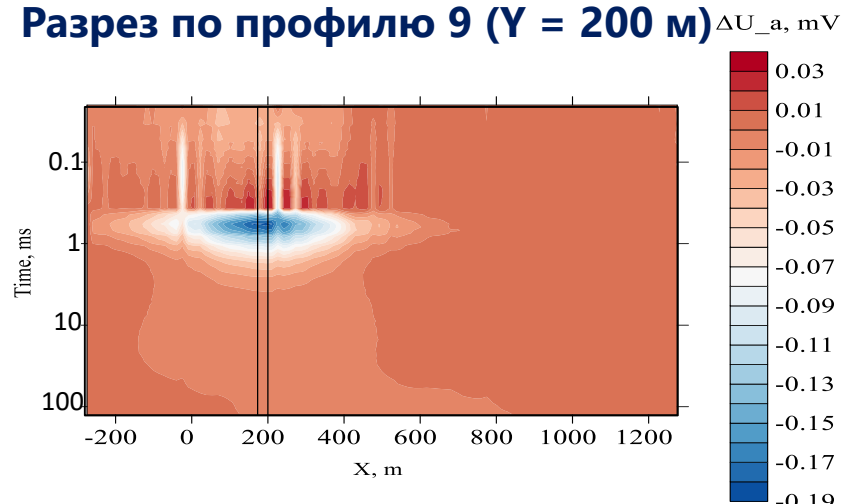
Имеется чувствительность по ВП для целевого объекта с глубиной кровли 40 м

с глубиной кровли 140, 240 м чувствительности нет

Аномальное  $\Delta U$

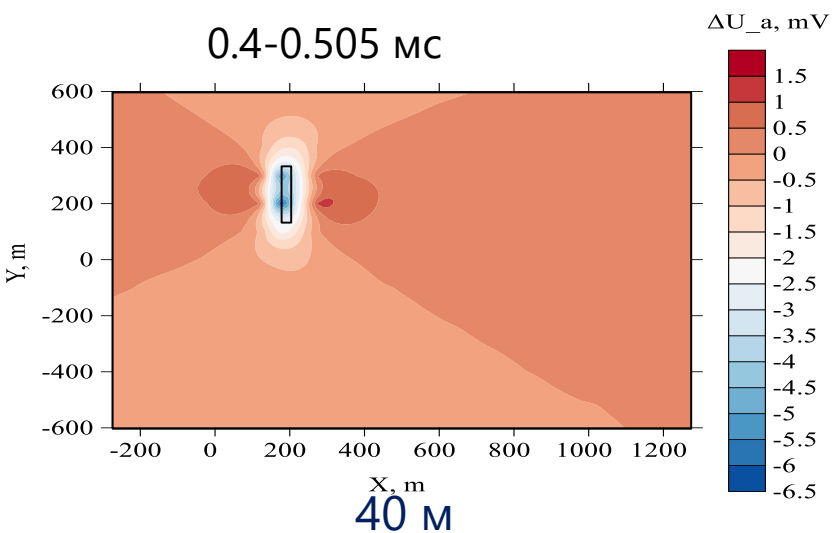


Разрез по профилю 9 (Y = 200 м)

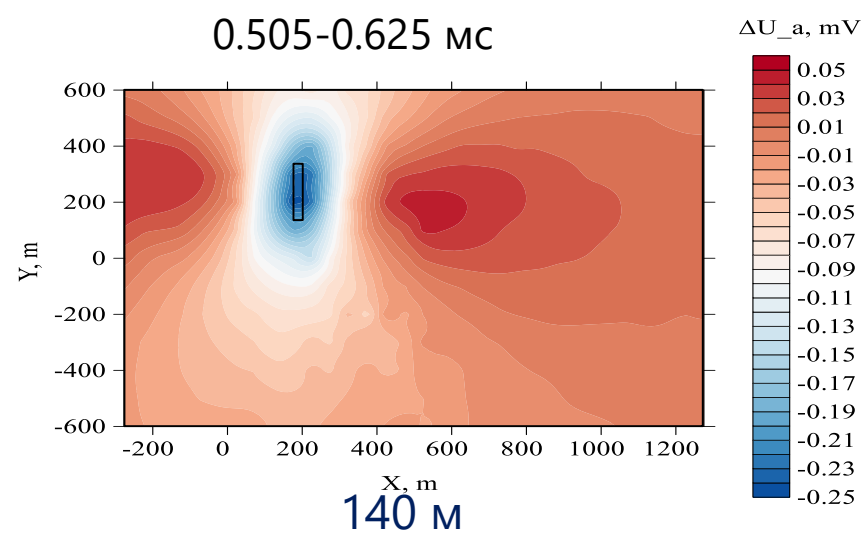


Срез в плане

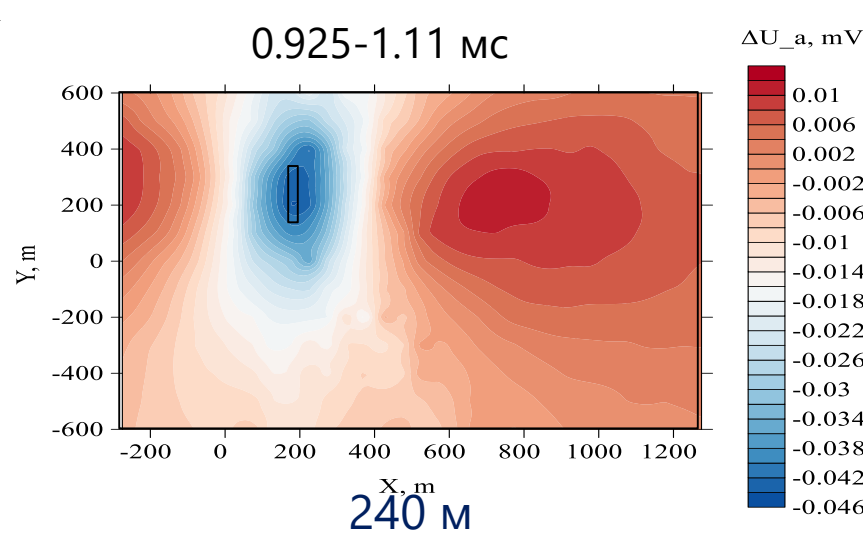
0.4-0.505 мс



0.505-0.625 мс



0.925-1.11 мс



Глубина до кровли целевого объекта

Аномалия отслеживается на всех глубинах



Инновационные  
технологии в  
геологоразведке

# Поисковые работы технологией ЭМЗ-ВП на Горном Алтае

Поиски золота

**ЭМЗ**  **ВП** ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО  
ЗОНДИРОВАНИЯ И ВЫЗВАННОЙ  
ПОЛЯРИЗАЦИИ

# Ишинская площадь

Цель работ: выделение объектов золото-медно-скарнового и золото-сульфидно-кварцевого оруденения типа жильных и минерализованных зон в карбонатно-терригенных, осадочно-вулканогенных комплексах эвгеосинклиналей

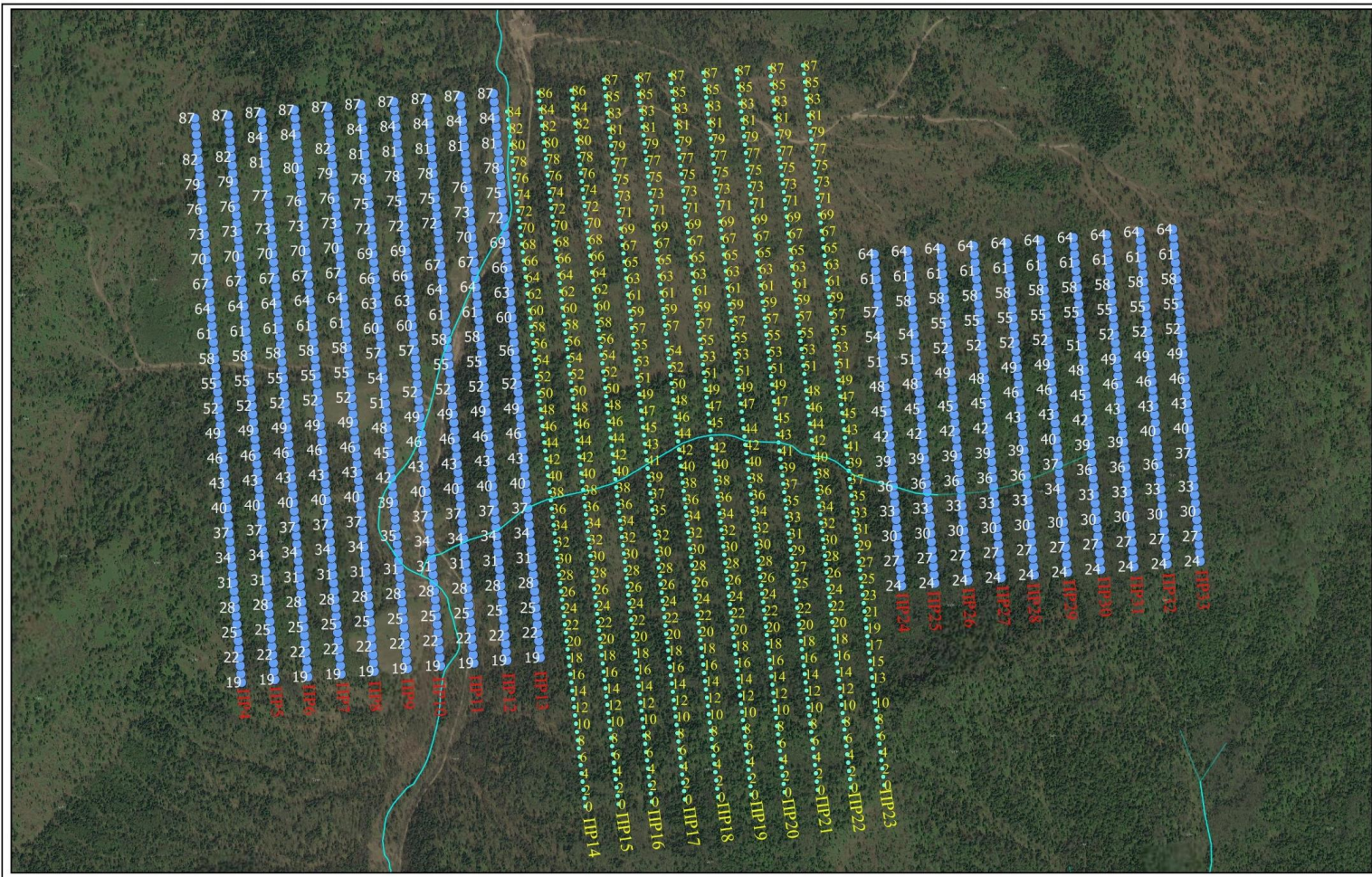


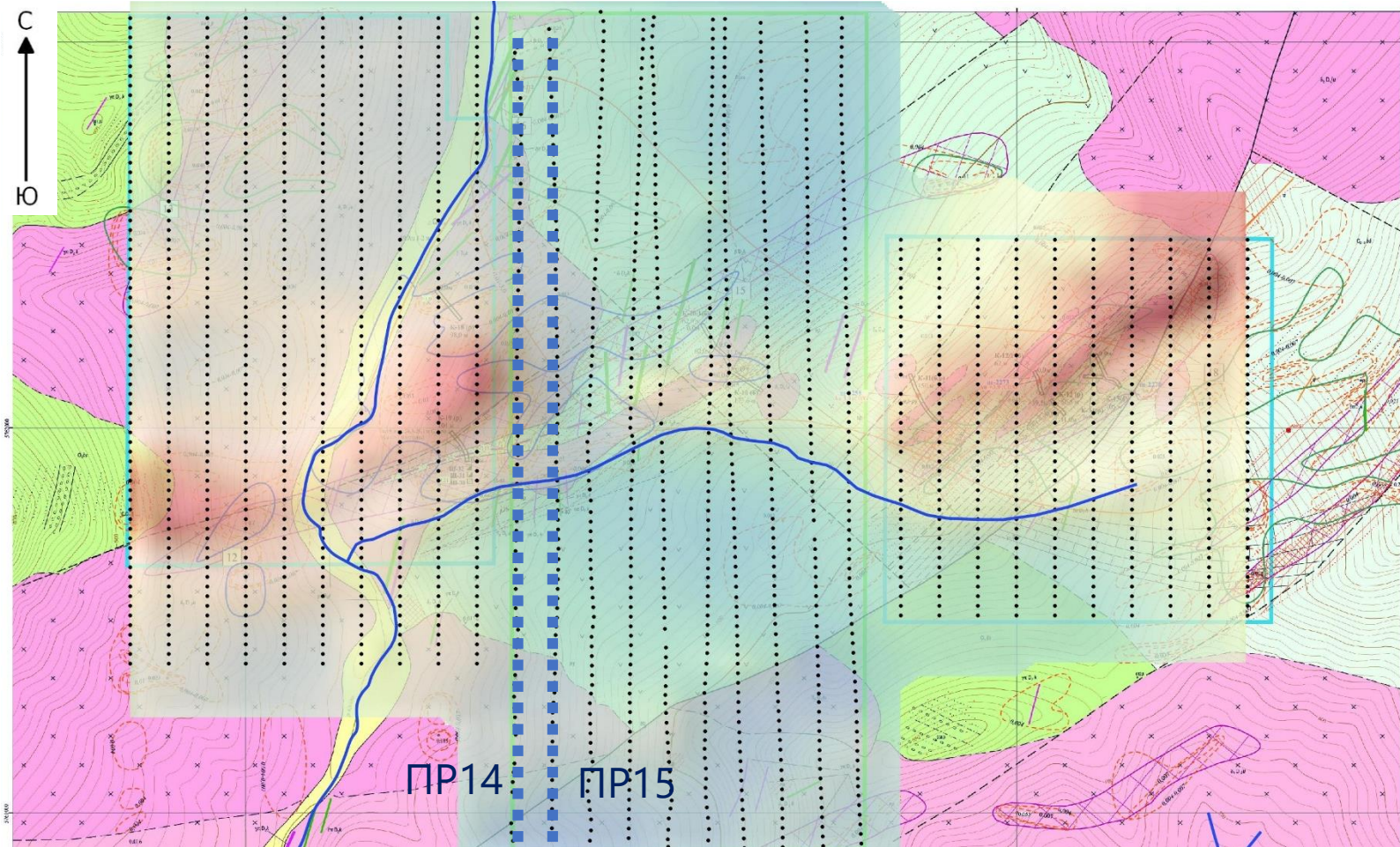
Схема работ

Условные обозначения

Точки наблюдения ЭМЗ-ВП

- ПР4 ●●● Точки наблюдения 2015 года. Объем 21529 пог. м. (853 ф.т.)
- ПР14 ●●● Точки наблюдения 2016 года. Объем 27000 погм. (1080 ф.т.)

# Кажущееся УЭС на геологической карте



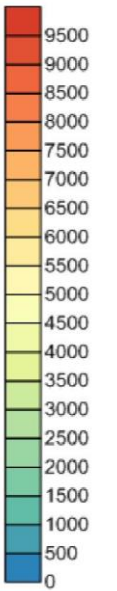
- $a Q_{al}$  Аллювиальные отложения. Глины, илы, суглинки, пески, гравий и галечник
- $O, cs$  Чойская свита - алевролиты, алевропесчаники, песчаники, конгломераты редкие прослои и линзы известняков
- $\epsilon_{2, bs}$  Большеишинская свита. Алевролиты, песчаники, известняки
- $\epsilon_{us}$  Усть-семиная свита. Андезитовые порфириты, туфы и туфолавы андезитовых порфиритов, песчаники, конгломераты, известняки

- Кызылташский граносиенит-гранит-лейкогранитовый комплекс*
- $\gamma b Dsk$  Дайки гранит-порфиров
  - $\kappa b D, k$  Дайки мелкозернистых диоритов, долеритов, базальтов, диоритовых порфиритов

- Югалинский габбро-диорит-гранодиоритовый комплекс*
- $\delta, D, ju$  Вторая фаза - мелкозернистые кварцевые диориты, диориты. Скарны гранатые, пироксен-гранатые. Зоны метасоматических изменений
  - $\delta, D, ju$  Первая фаза - крупно-среднезернистые гранодиориты, кварцевые диориты, диориты. Скарны гранатые, пироксен-гранатые, гранат-волластонитовые, волластонитовые. Зоны метасоматических изменений

- Известняки Мраморизованные известняки
- Алевролиты Алевропесчаники
- Песчаники Гравелиты
- Андезиты
- $\alpha + \beta \times$  Граниты (а), гранодиориты (б)
- $\alpha \times \beta \gamma$  Диориты (а), кварцевые диориты (б)
- Тектониты нерасчлененные
- Контактные роговики
- Скарнирование
- Метасоматические изменения (эпидотизация(ep), окварцевание (q), пиритизация(py), амфиболитизация (am))

УЭС, Ом\*М



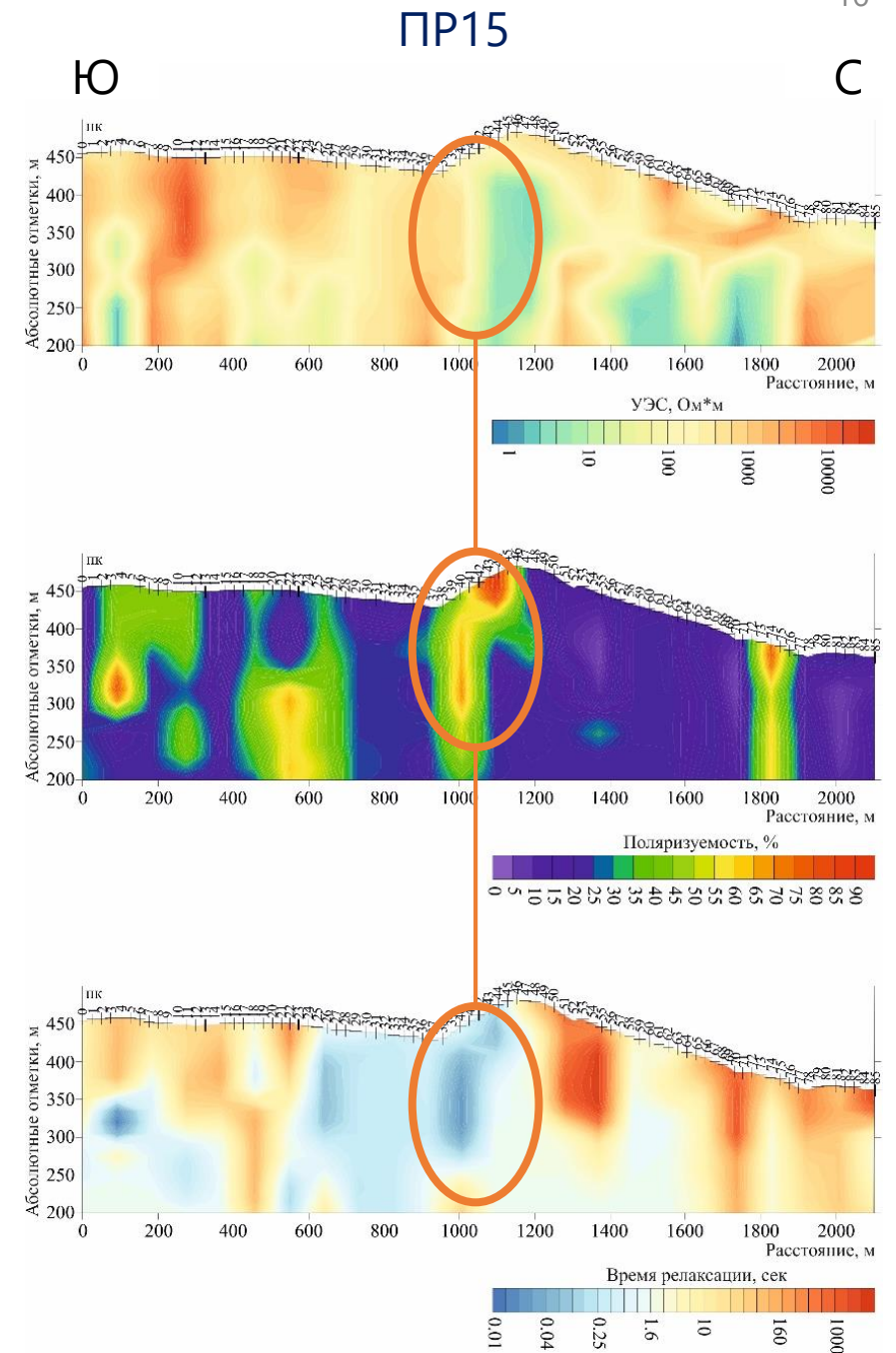
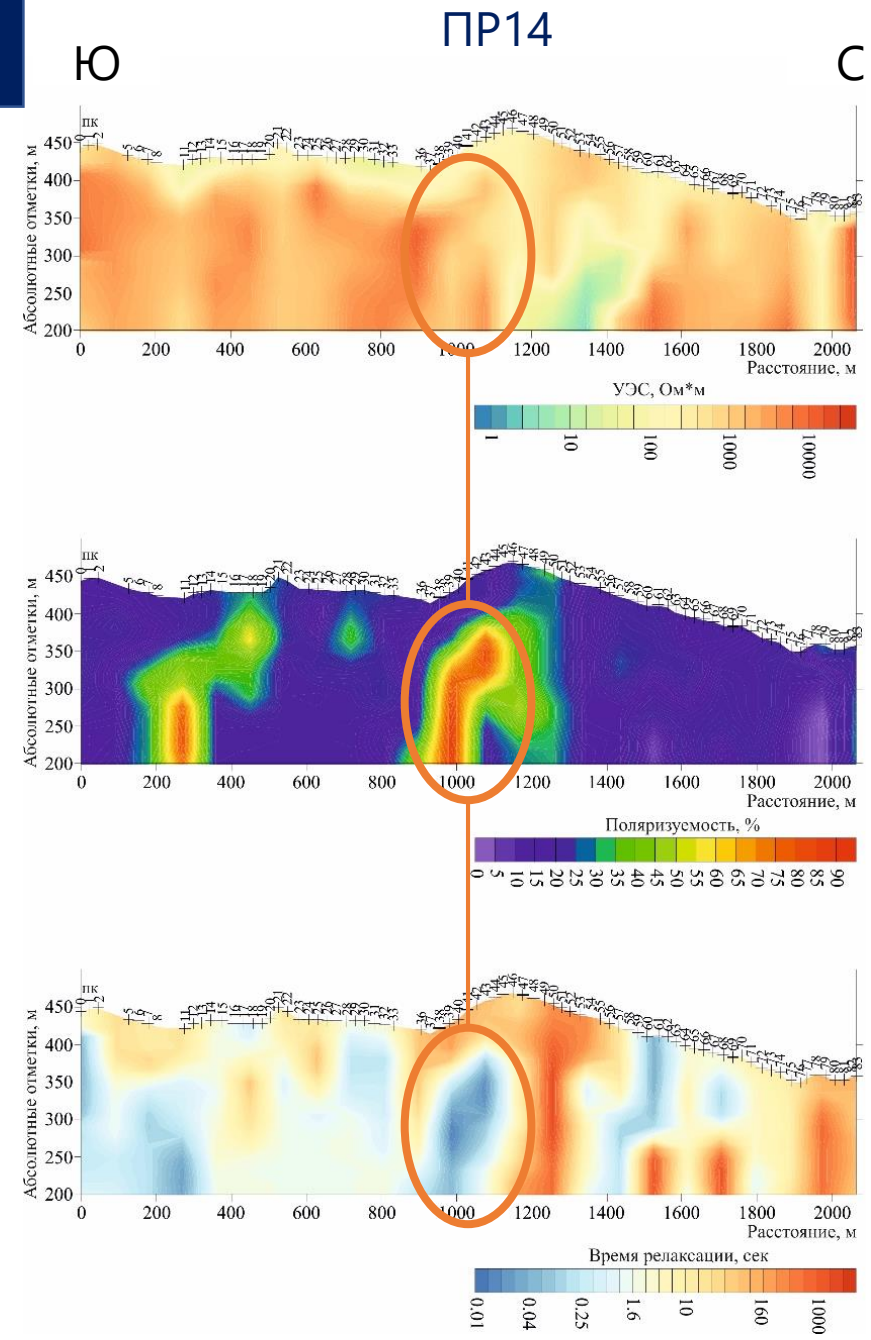
Предполагаемые по геолого-геохимическим данным рудные зоны с рудными телами

- 1 ————— Геологические границы: 1) достоверные, 2) предполагаемые
- 2 - - - - - 3) метасоматических изменений
- 3 ········
- Разрывные нарушения
- Элементы залегания:
- $\uparrow 75$  контактов даек и жил
- $\uparrow 55-80$  слоистости
- $\uparrow 70$  поверхностей расланцевания

**Заказчик:**  
**АО «Горно-Алтайская экспедиция»**  
**(ОАО «Росгеология»)**

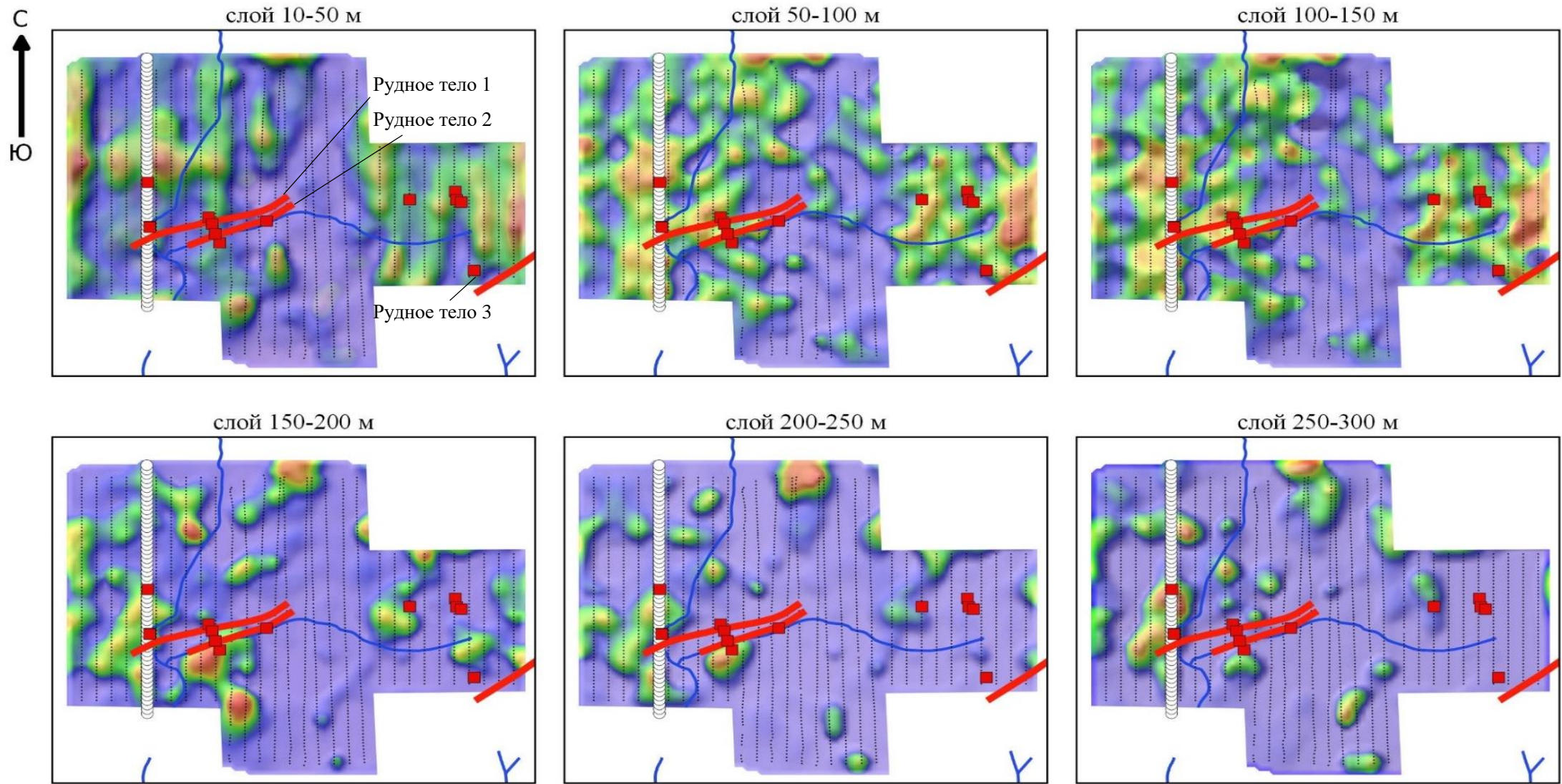
# Геоэлектрические разрезы по данным одномерной инверсии

Имеются аномалии с высокой поляризуемостью, и временами релаксации < 1.6 сек



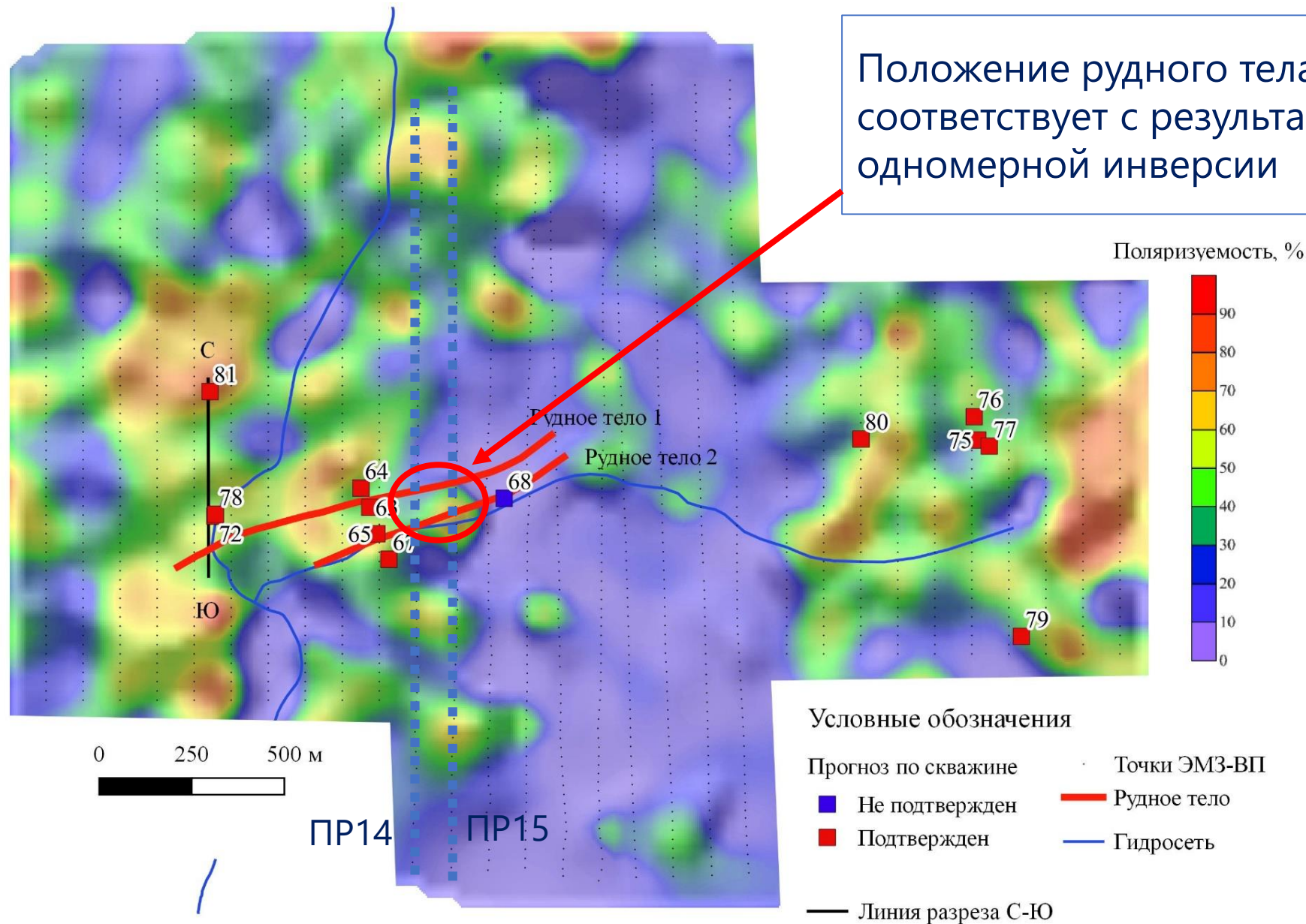


# Горизонтальные срезы поляризуемости по глубинам по результатам 3D инверсии



■ - поисковые скважины с пиритом

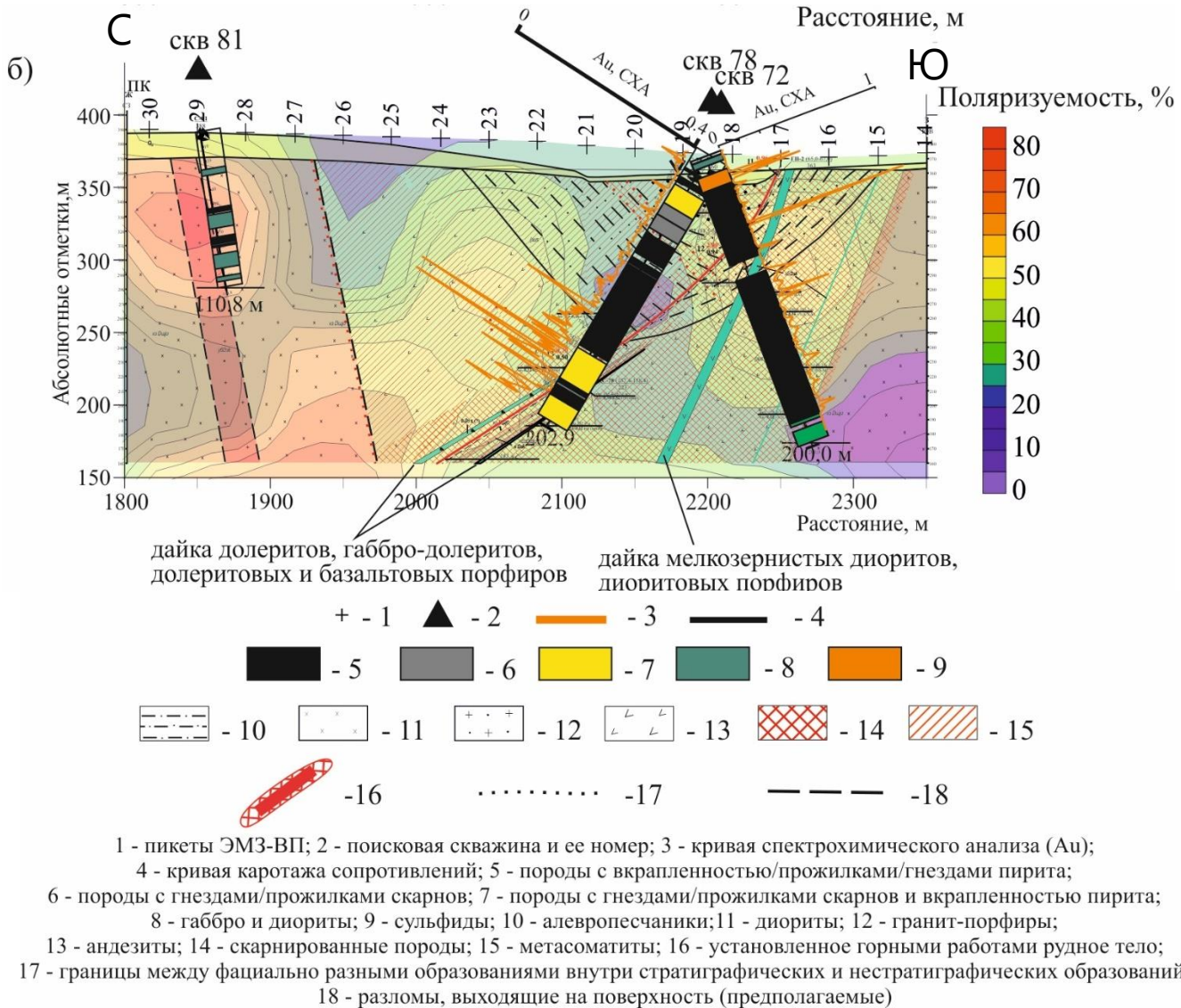
# Горизонтальный срез на глубинах 100-150 м по поляризуемости по данным трехмерной инверсии



Положение рудного тела соответствует с результатами одномерной инверсии

Во всех пробуренных скважинах имелись интервалы сульфидизации

# Разрез по линии С-Ю



Скважина 81 подцепила в породы с вкрапленностью/прожилками/гнездами пирита, а также породы с гнездами/прожилками скарнов; максимальные содержания золота не превысили 0.031 г/т.

Содержание бора составило до 200 г/т, меди – 280 г/т, вольфрама – 370 г/т.

Скважина 72 вскрыла рудное тело 1 на интервале 51.5 – 52.5 с содержанием золота 1.45 г/т.

В скважине 78 на глубине 140 м подсечено рудное тело 1. В интервале 157.4 – 158.4 м пробный анализ выявил содержание золота 0.7 г/т.

# Разрез по поляризуемости по данным трехмерного моделирования

вкрапленность пирита 1-3%

вкрапленность пирита

вкрапленность пирита, прослойки скарна  
скарн

прослой скарнов различной мощности

вкрапленность пирита 1-3%

вкрапленность пирита 1-3%

вкрапленность пирита 5%

вкрапленность, прожилки и  
гнезда пирита ~ 1-5%

вкрапленность пирита до 5-10%

вкрапленность пирита 5%

гнезда и прослой скарноидов с

гнездами и вкрапленностью пирита (1-3%)

редкая вкрапленность пирита

прожилки скарноидов эпидот-кварцевого  
и эпидот-гранат-кварцевого состава

редкая вкрапленность пирита

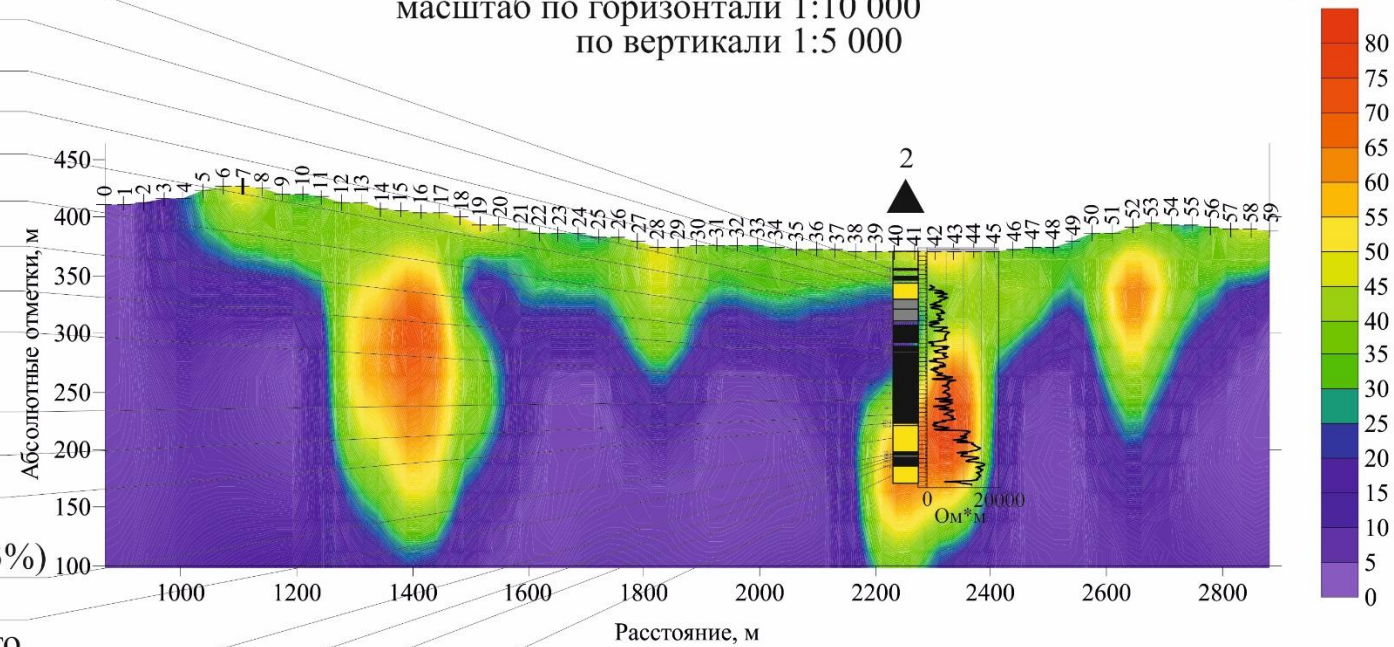
редкая вкрапленность пирита

прослой скарнов с вкрапленностью  
пирита 1-3%

## Геоэлектрический разрез

масштаб по горизонтали 1:10 000  
по вертикали 1:5 000

Поляризуемость, %



Условные обозначения

+ - 1    ▲ - 2    — - 3

■ - 4    ■ - 5    ■ - 6

1 - пикеты ЭМЗ-ВП; 2 - поисковая скважина; 3 - кривая каротажа сопротивлений;

4 - породы с вкрапленностью/прожилками/гнездами пирита; 5 - породы с гнездами/прожилками скарнов;

6 - породы с гнездами/прожилками скарнов и вкрапленностью пирита

# Статистика подтвержденности прогнозов данных ЭМЗ-ВП по данным бурения

Скважина	Интервал сульфидной/рудной минерализации	Интервал ВП	Прогноз ЭМЗ-ВП	Решаемые геологические задачи			Подтвержден	Заданы в районе проявления «Туравитое», как основного рудного объекта, выявленного предшествующими работами, заверка которого с поверхности результатов не дала					
63	<b>Рудное тело 1</b> По результатам бурения на глубине уже 20 м имеет непромышленные содержания золота по пробирному анализу не более 0,17 г/т	10-50 м - на границе аномалии 50-100 м - на границе аномалии 100-150 м - на границе аномалии 150-200 м - нет аномалии 200-250 м - нет аномалии 250-300 м - нет аномалии	Подтвержден	изучение внутреннего геологического строения рудных зон, вмещающих рудные тела, с целью получения перекрытого разреза	75	Скважинами глубиной по 72,8—77,6 м вскрыты диорит-порфиры, прорванные мощными дайками гранит-порфиров, между которыми сохранилась часть апикали массива, сложенная туфами, кластолавами андезитов и туфолесчаниками усучской свиты, большей частью метасоматически измененными, окварцованными и эпидотизированными, местами с сыпью пирита. Последние пересечены скважиной С-76 в инт. 21-55 м с содержаниями золота по СХА сплошь выше 0,02 г/т, в 3-х пробах кластолав с инт. 40-50 м получены содержания 0,15-0,24 г/т (по пробирному 0,1-0,42 г/т), Ag - до 0,5-1,9 г/т, Cu - до 100-730 г/т	10-50 м - на границе аномалии 50-100 м - на границе аномалии 100-150 м - на границе аномалии 150-200 м - нет аномалии 200-250 м - нет аномалии 250-300 м - нет аномалии	Подтвержден	Заданы в районе проявления «Туравитое», как основного рудного объекта, выявленного предшествующими работами, заверка которого с поверхности результатов не дала				
64	<b>Рудное тело 1</b> В инт. 25,4-40,1 м пересечена пачка литокристалло-кластических туфов андезитов (в верхней части сыпь пирита). По данным СХА только в двух разрозненных пробах установлены повышенные содержания золота 0,05 и 0,06 г/т. По результатам ПКСА им соответствуют слегка повышенные содержания серебра 0,2-0,24 г/т.	10-50 м - на границе аномалии 50-100 м - на границе аномалии 100-150 м - на границе аномалии 150-200 м - на границе аномалии 200-250 м - нет аномалии 250-300 м - нет аномалии	Подтвержден		76 77	в инт. 21-55 м с содержаниями золота по СХА сплошь выше 0,02 г/т, в 3-х пробах кластолав с инт. 40-50 м получены содержания 0,15-0,24 г/т (по пробирному 0,1-0,42 г/т), Ag - до 0,5-1,9 г/т, Cu - до 100-730 г/т	10-50 м - на границе аномалии 50-100 м - на границе аномалии 100-150 м - на границе аномалии 150-200 м - нет аномалии 200-250 м - нет аномалии 250-300 м - нет аномалии			Подтвержден	Заданы в районе проявления «Туравитое», как основного рудного объекта, выявленного предшествующими работами, заверка которого с поверхности результатов не дала		
65	Скважиной подсечены только диориты с вариациями до кварцевых, габбродиоритов и монцодиоритов, включающие дайки долеритов. По данным СХА во всех пробах установлены низкие содержания золота 0,003-0,018 г/т, по результатам ПКСА в отдельных пробах повышены содержания хрома.	10-50 м - на границе аномалии 50-100 м - в аномалии 100-150 м - в аномалии 150-200 м - на границе аномалии 200-250 м - нет аномалии 250-300 м - нет аномалии	Подтвержден		78	<b>Рудное тело 1</b> Подсечено в инт. 157,4-158,4 м при содержании золота по пробирному анализу 0,7 г/т. Представлено ороговевшими и скарнированными дробленными туфами среднего состава с прожилками кварца с эпидотом, сыпью пирита.	10-50 м - на границе аномалии 50-100 м - на границе аномалии 100-150 м - на границе аномалии 150-200 м - в аномалии 200-250 м - на границе аномалии 250-300 м - на границе аномалии					Подтвержден	Заданы в районе проявления «Туравитое», как основного рудного объекта, выявленного предшествующими работами, заверка которого с поверхности результатов не дала
67	<b>Рудное тело 1</b> Подсечено на глубине 135-137 м с непромышленным содержанием 0,57 г/т <b>Рудное тело 2</b> Пересечено в инт. 93,4-93,8 м при содержании золота 1,64 г/т по пробирному анализу	10-50 м - нет аномалии 50-100 м - на границе аномалии 100-150 м - на границе аномалии 150-200 м - в аномалии 200-250 м - в аномалии 250-300 м - на границе аномалии	Подтвержден		79	По результатам анализов в инт. 24,5-39,2 м в м-с/з диоритах и в инт. 66-70,5 и 83,6-85,5 м в к/з гранодиоритах установлены высокие и повышенные содержания W - 18-170 г/т, в первом интервале кроме того повышена Cu - до 350 г/т. В инт-лах 123,2-126,6, 131,5-141,6 и 154,9-157,9 по данным пробирного анализа установлены повышенные содержания золота 0,10-0,16 г/т	10-50 м - на границе аномалии 50-100 м - на границе аномалии 100-150 м - на границе аномалии 150-200 м - нет аномалии 200-250 м - нет аномалии 250-300 м - нет аномалии						
68	<b>Рудное тело 1</b> Подсечено в инт. 134,7-136,4 м при содержании золота по пробирному анализу 2,8 г/т на мощность 1,7 м. <b>Рудное тело 2</b> Подсечено в инт. 65,4-67,6 м при содержаниях	10-50 м - нет аномалии 50-100 м - нет аномалии 100-150 м - нет аномалии 150-200 м - нет аномалии 200-250 м - нет аномалии 250-300 м - нет аномалии	Не подтвержден	80	По результатам ПКСА в туфах андезитов в верхней части разреза в инт. 13,6-18,8 установлены повышенные содержания Cu 600-1200 г/т и W 300-810 г/т. По СХА им соответствуют слегка повышенные содержания золота 0,01-0,013 г/т (по пробирному 0,1-0,13 г/т). В инт. 174-175,6 и 181-181,6 установлены максимальные содержания золота 0,14 и 0,052 г/т (по пробирному 0,31 и 0,1 г/т соответственно), сопровождаемые повышенными содержаниями серебра 0,8 и 1,4 г/т и меди 0,12-0,13%	10-50 м - на границе аномалии 50-100 м - на границе аномалии 100-150 м - на границе аномалии 150-200 м - на границе аномалии 200-250 м - на границе аномалии 250-300 м - на границе аномалии	Подтвержден	Заданы в районе проявления «Туравитое», как основного рудного объекта, выявленного предшествующими работами, заверка которого с поверхности результатов не дала					
72	<b>Рудное тело 1</b> На глубине подсечено в инт. 51,5-52,5 м при содержании золота по пробирному анализу 1,45 г/т	10-50 м - на границе аномалии 50-100 м - на границе аномалии 100-150 м - на границе аномалии 150-200 м - в аномалии 200-250 м - на границе аномалии 250-300 м - на границе аномалии	Подтвержден	81	По результатам СХА максимальные содержания золота 0,011-0,031 г/т. По данным ПКСА повышенными содержаниями бора до 200 г/т, меди до 280 г/т и вольфрама до 370 г/т выделяются дайка диоритов и вмещающие её песчаники в инт. 24-35,7 м	10-50 м - на границе аномалии 50-100 м - в аномалии 100-150 м - в аномалии 150-200 м - на границе аномалии 200-250 м - на границе аномалии 250-300 м - в аномалии			Подтвержден	Заданы в районе проявления «Туравитое», как основного рудного объекта, выявленного предшествующими работами, заверка которого с поверхности результатов не дала			
											Подтвержден	Заданы в районе проявления «Туравитое», как основного рудного объекта, выявленного предшествующими работами, заверка которого с поверхности результатов не дала	



Инновационные  
технологии в  
геологоразведке

# Поисковые работы технологией ЭМЗ-ВП в Алтайском крае

Поиски полиметаллов

**ЭМЗ**  **ВП** ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО  
ЗОНДИРОВАНИЯ И ВЫЗВАННОЙ  
ПОЛЯРИЗАЦИИ

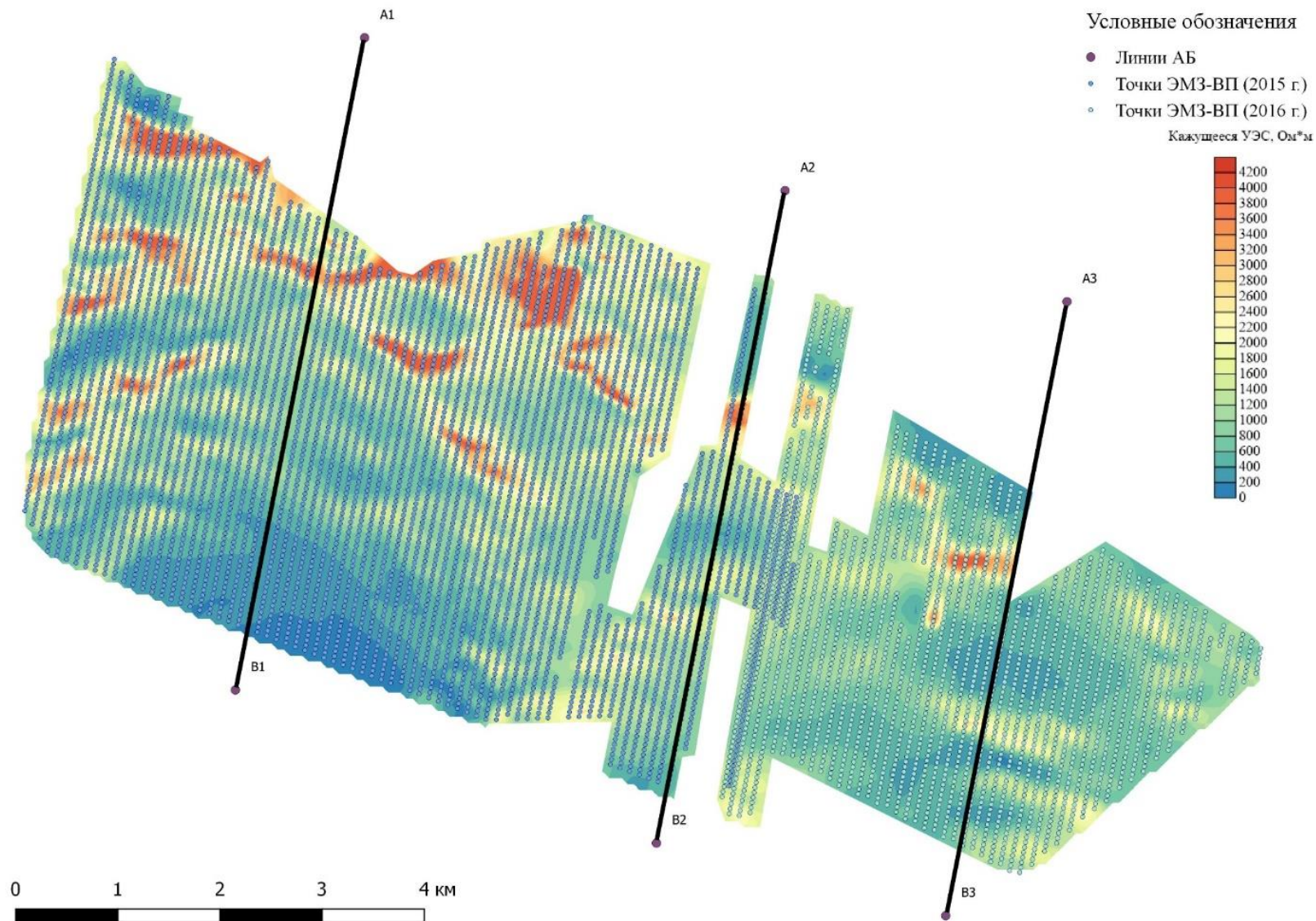
# Новокузнецовская площадь

Цель работ: выявление, оконтуривание и локализацию перспективных участков с золото-серебросодержащим полиметаллическим оруденением в пределах площади работ



Схема работ

# Кажущееся УЭС

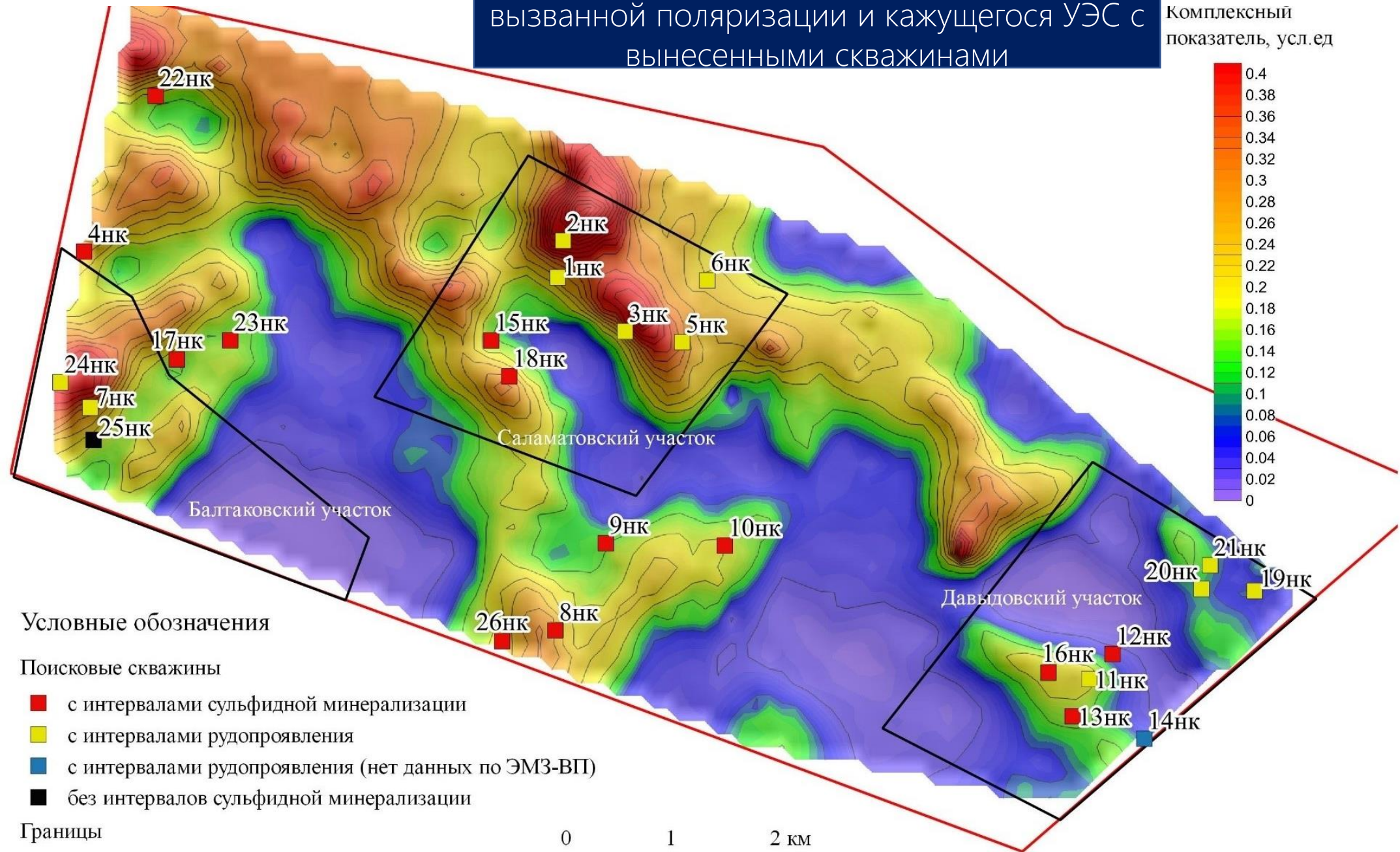


По кажущемуся УЭС прослеживаются тектонические нарушения в виде линейных низкоомных зон.



# Карта аномального комплексного показателя вызванной поляризации и кажущегося УЭС с вынесенными скважинами

Комплексный показатель, усл. ед



22НК

4НК

17НК

23НК

24НК

7НК

25НК

Балтаковский участок

2НК

1НК

6НК

15НК

3НК

5НК

18НК

Саламатовский участок

9НК

10НК

26НК

8НК

Давыдовский участок

20НК

21НК

19НК

16НК

12НК

11НК

13НК

14НК

Условные обозначения

Поисковые скважины

- с интервалами сульфидной минерализации
- с интервалами рудопроявления
- с интервалами рудопроявления (нет данных по ЭМЗ-ВП)
- без интервалов сульфидной минерализации

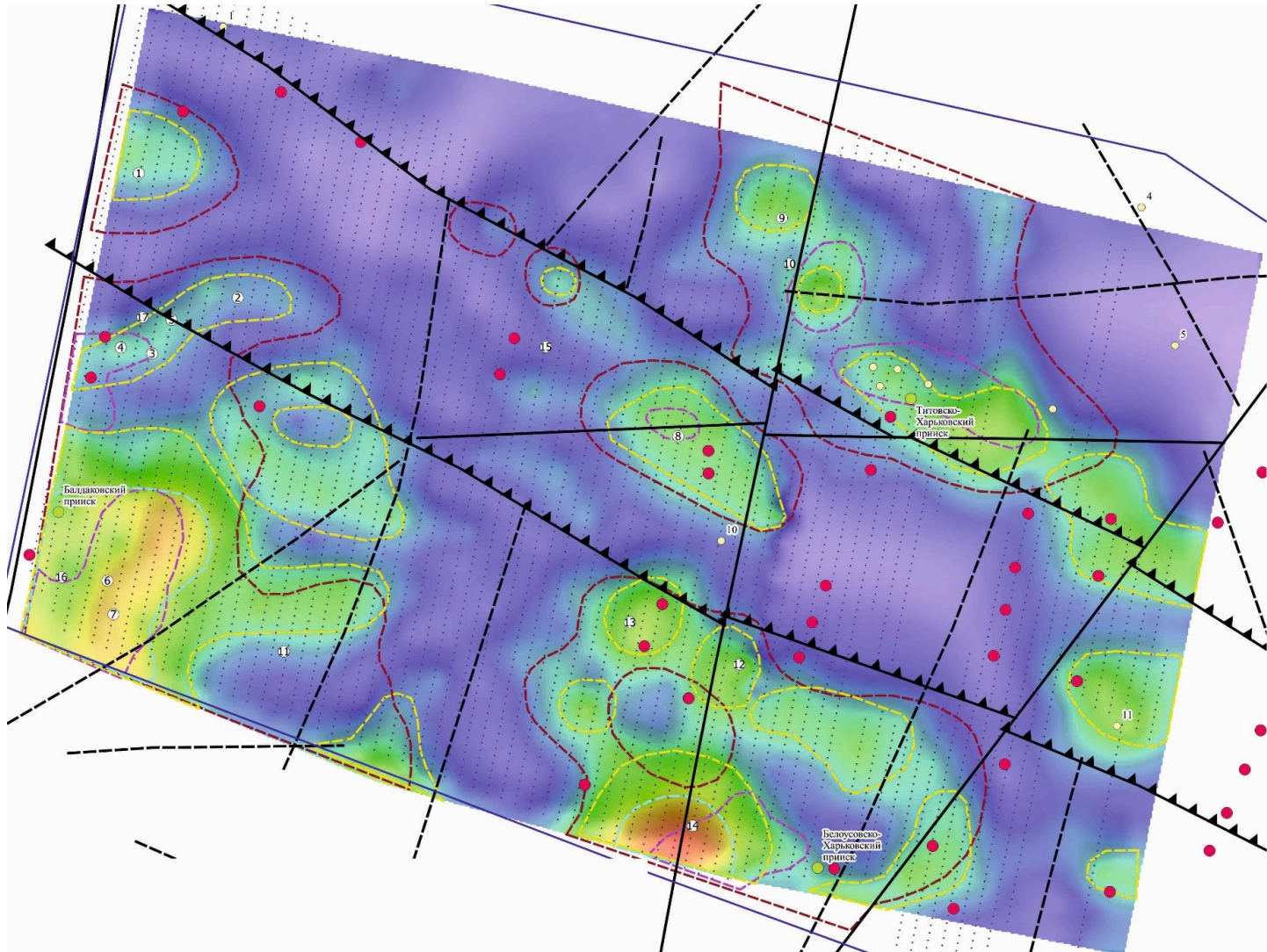
Границы

— Границы Новокузнецовской площади

0 1 2 км



# Горизонтальный срез полярзуемости на глубинах 50-90 м по результатам 3D инверсии



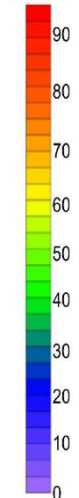
## Условные обозначения

- пробуренные скважины
- ③ проектная скважина по результатам ЭМЗ-ВП
- точки минерализации

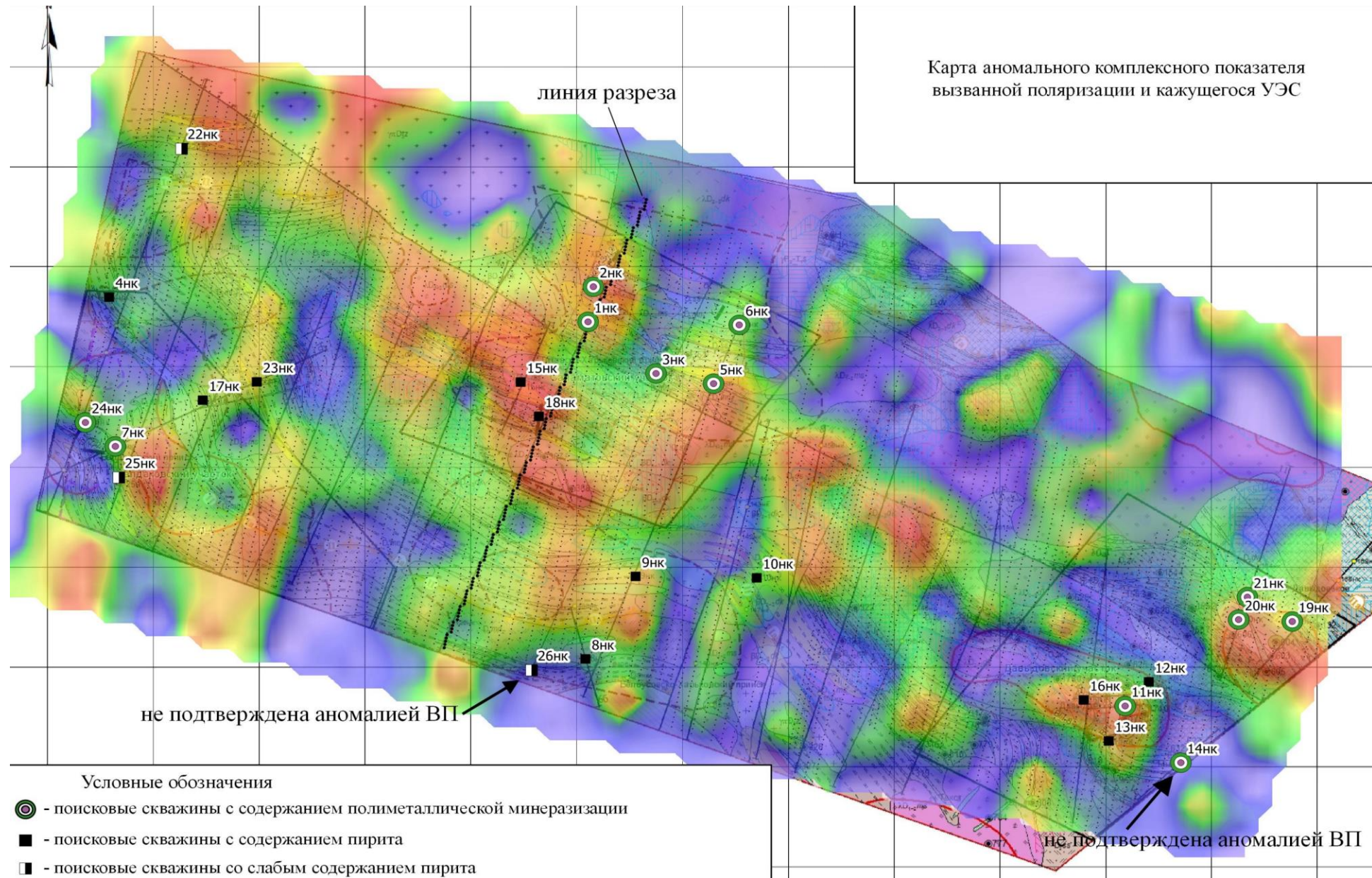
Аномальные зоны выделенные по 3D инверсии  
глубинность от 50 до 90 метров

- а) полярзуемость выше 20 %
  - б) полярзуемость от 14-19 %
- глубинность от 90 до 290 метров
- а) полярзуемость выше 20 %
  - б) полярзуемость от 14-19 %

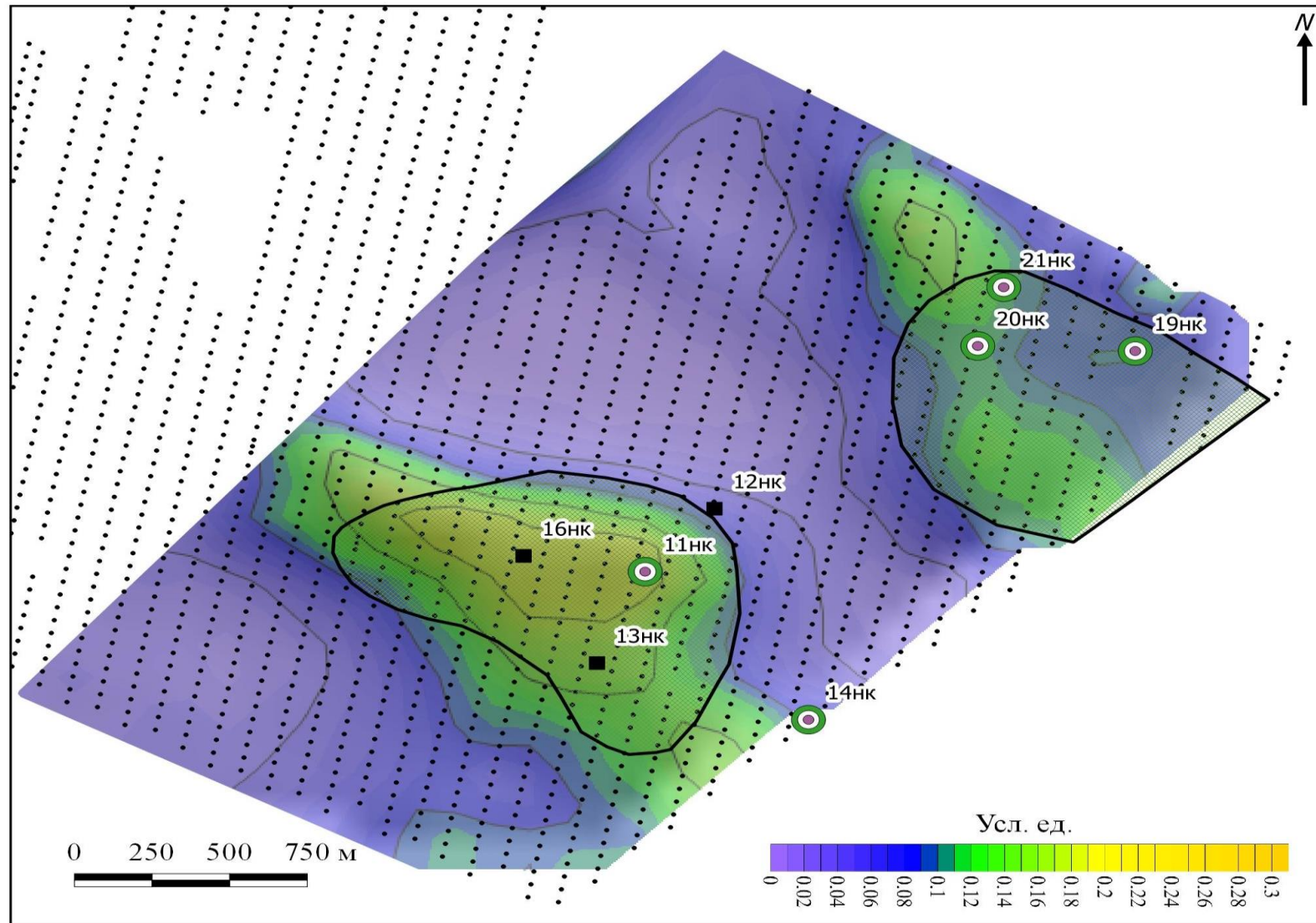
полярзуемость, %





# Горизонтальный срез поляризуемости на глубинах 0-300 м по результатам 3D инверсии





# Карта аномального комплексного показателя вызванной поляризации и кажущегося УЭС

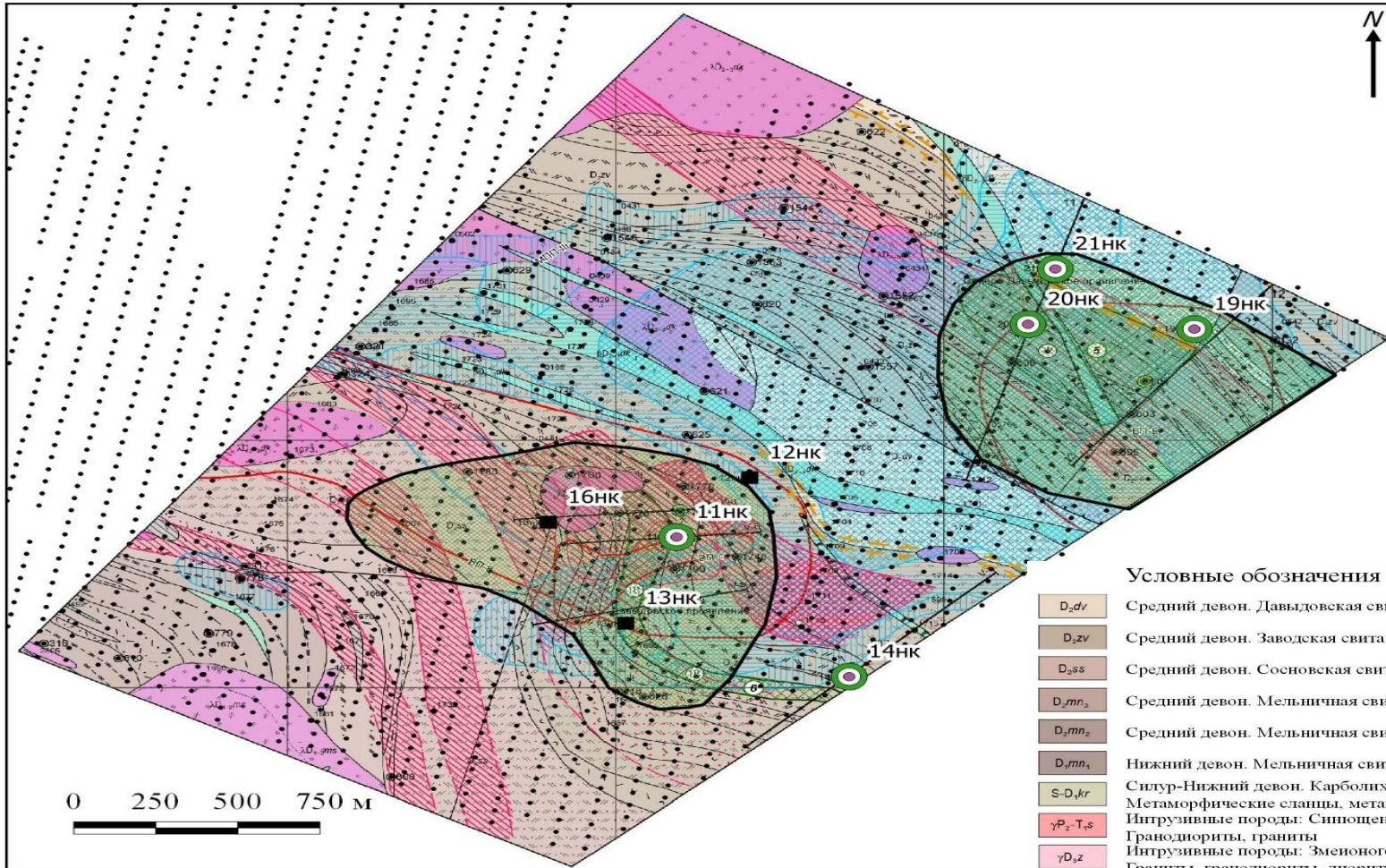


## Условные обозначения

-  Поискные скважины с содержанием полиметаллической минерализации
-  Поискные скважины с содержанием пирита

-  Пикет ЭМЗ-ВП
-  Аномалии ВП по данным ЭМЗ-ВП

# Геолого-поисковая карта Давыдовского участка (Новокузнецовская площадь) с аномалиями ВП

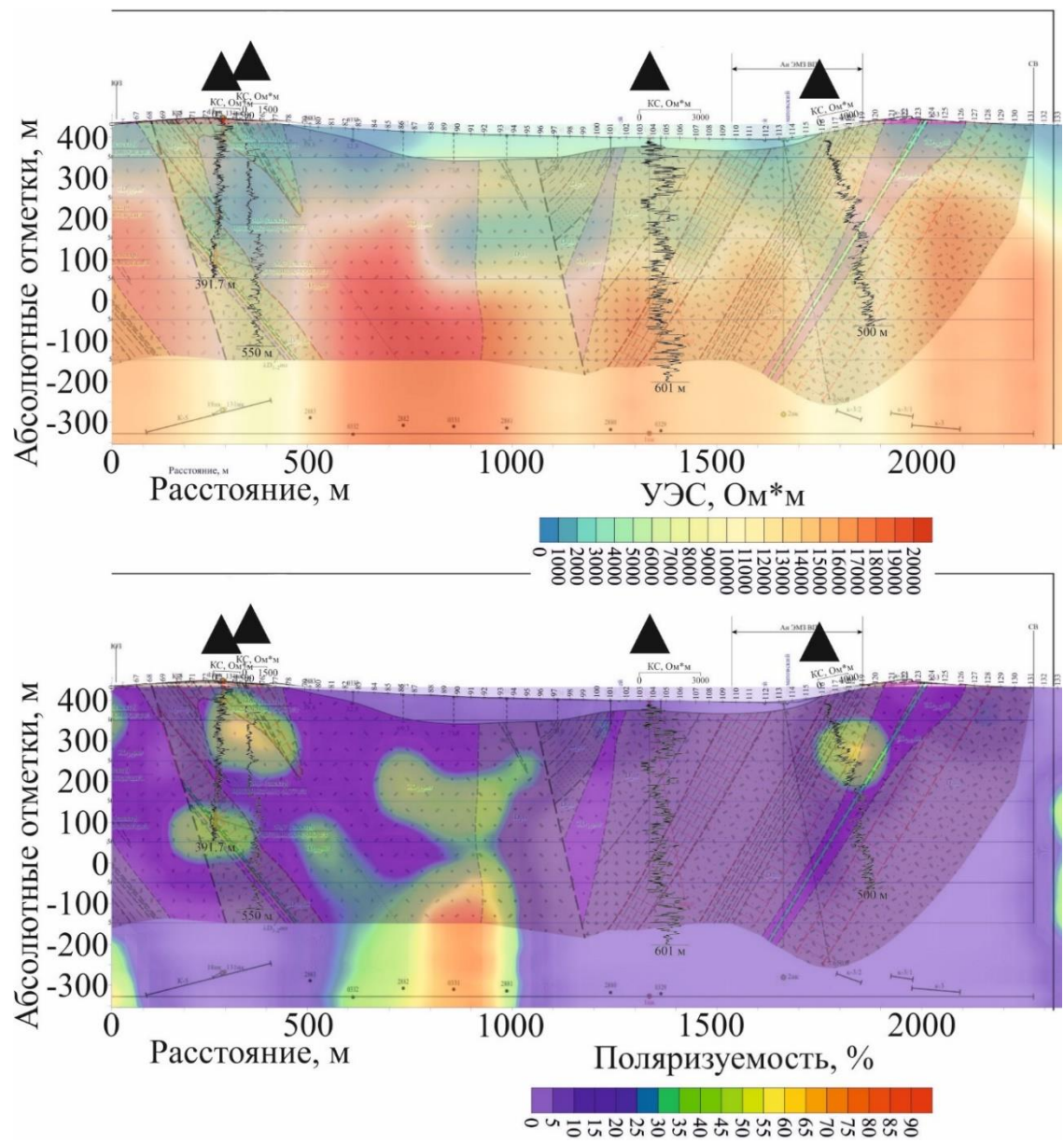


**Условные обозначения**

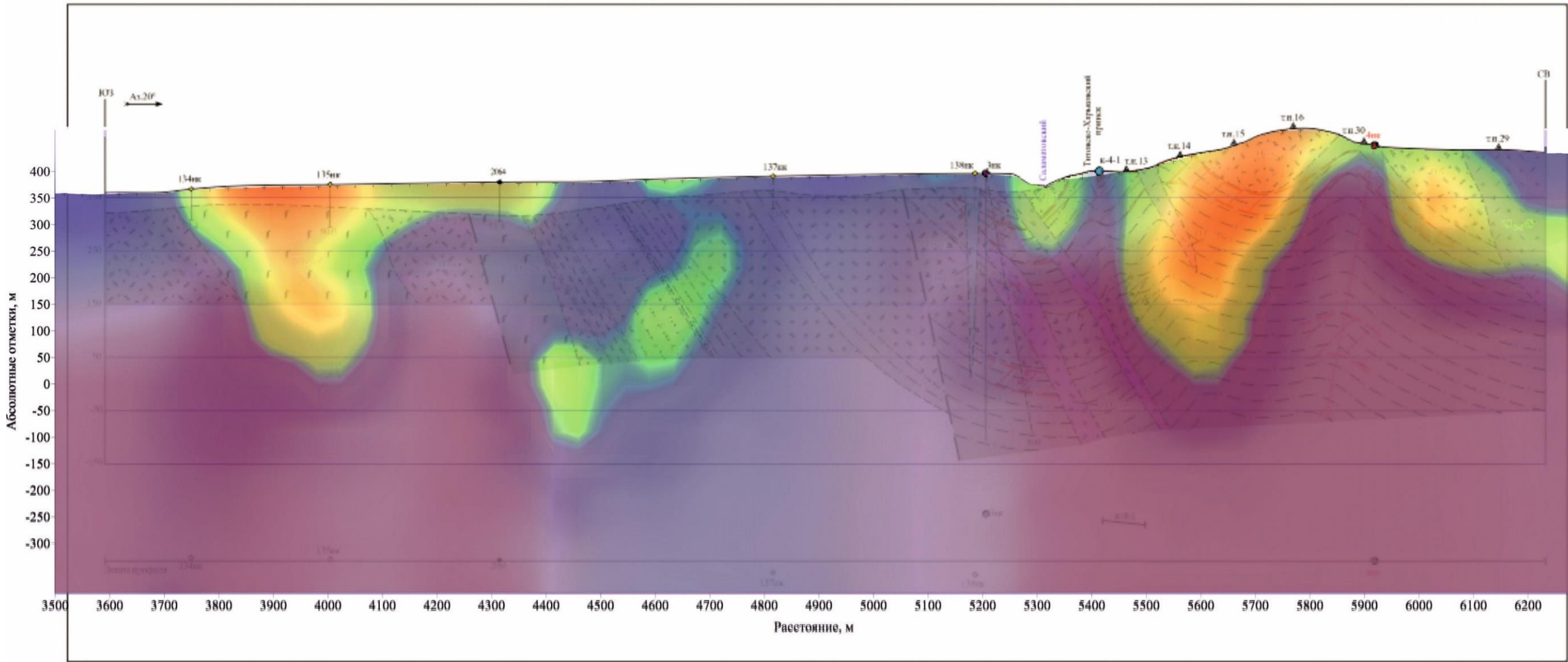
	Средний девон. Давыдовская свита
	Средний девон. Заводская свита нерасчлененная
	Средний девон. Сосновская свита
	Средний девон. Мельничная свита. Верхняя подевита
	Средний девон. Мельничная свита. Средняя подевита
	Нижний девон. Мельничная свита. Нижняя подевита
	Метаморфические сланцы, метапесчаники, металавролиты
	Интрузивные породы: Синощепский комплекс.
	Интрузивные породы: Змеиногорский комплекс.
	Субвулканические породы. Давыдовско-каменевский комплекс. Дайки долеритов, габбро-диабазы
	Субвулканические породы. Давыдовско-каменевский комплекс. Риолиты, риодациты
	Субвулканические породы. Мельнично-сосновский комплекс. Риолиты, риодациты
	Поисковые скважины с содержанием полиметаллической минерализации
	Поисковые скважины с содержанием пирита

	Контурсы геохимических аномалии по предшествующим работам "РАЭ":
	а) выявленные б) невыявленные
	Контурсы геохимических аномалии по работам ИМГРЭ (РТП-44, 1969-1973 гг)
	Контурсы геохимических аномалии по работам объединения "Центр геофизика" (ГТП-10, 1969-1983 гг)
	Тип аномалии по преобладающим содержаниям элементов - надрудно-рудный (преобладают Pb, Zn, Cu, Ba, Au, Ag)
Степень интенсивности аномалий:	
	а) высокая (Pb ≥ 0.1%, Zn ≥ 0.1%, Cu ≥ 0.1%, Ba ≥ 0.3%, Ag ≥ 1.0 г/т)
	б) средняя (Pb - 0.01-0.1%, Zn - 0.05-0.1%, Cu - 0.05-0.1%, Ba - 0.2-0.3%, Ag - 0.1-0.7 г/т)
	в) слабая (Pb - 0.002-0.005%, Zn - 0.02-0.03%, Cu - 0.01-0.03%, Ba - 0.05-0.1%, Ag - 0.05-0.07 г/т)
	Пикет ЭМЗ-ВП
	Аномалии ВП по данным ЭМЗ-ВП

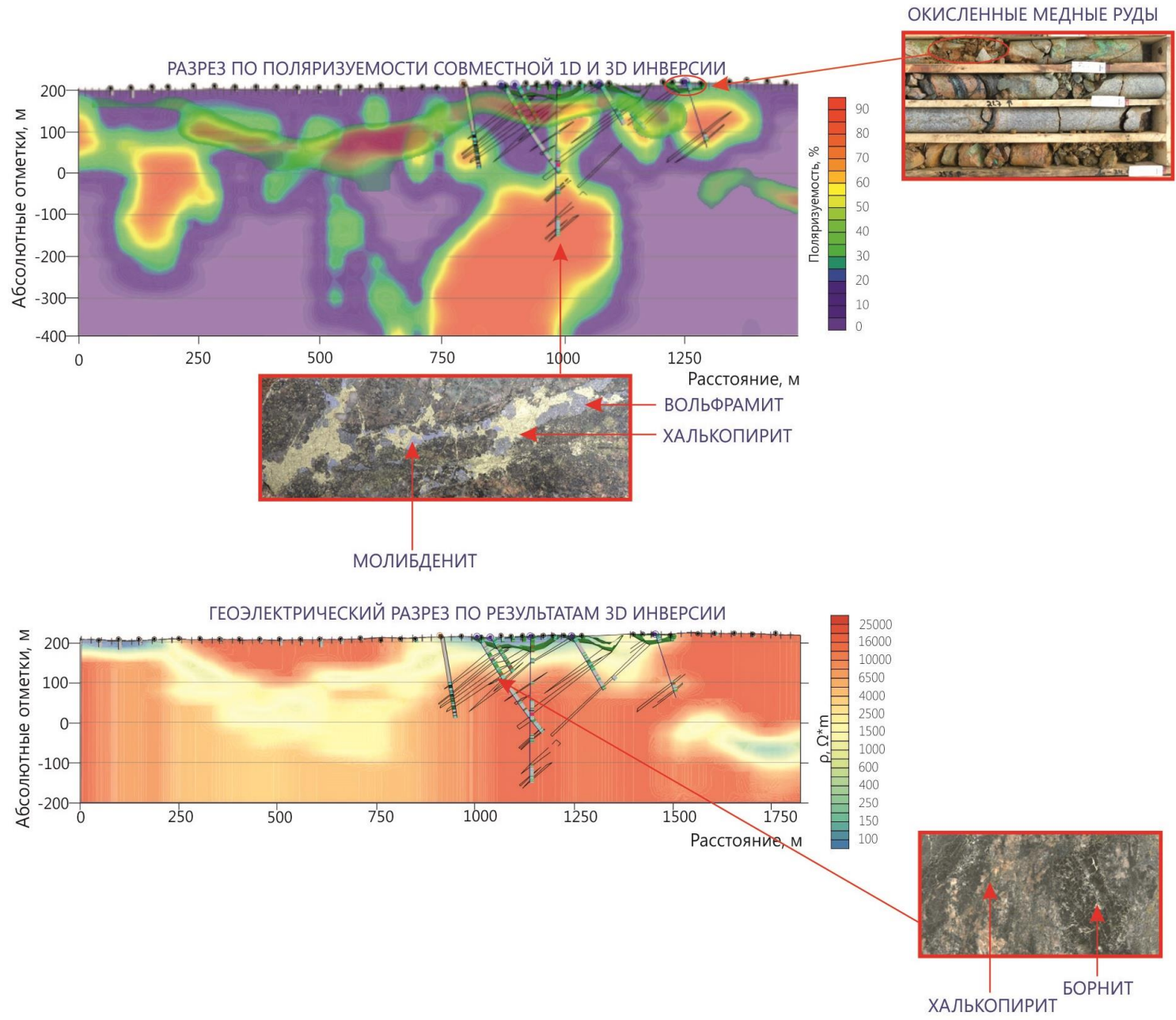
# Сопоставление геоэлектрического разреза по результатам 3D инверсии с геологическим разрезом по линии 5-5 и данными бурения



# Сопоставление геоэлектрического разреза по результатам 3D инверсии с геологическим разрезом по линии 6-6



# Результаты работ в северном Казахстане





- По прогнозам опережающей геофизики, выполненной технологией ЭМЗ-ВП в комплексе с геохимическими исследованиями было пробурено:
- Новокузнецовская площадь - 26 скважин (в 24 сульфиды, в 11 рудные проявления)
- Ишинская площадь – 13 скважин (в 12 сульфиды и габброидные тела)

Подтверждаемость прогноза:

**~90%** наличие сульфидной минерализации

**~50%** наличие рудопроявлений

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ  
им. Н.М. ФЕДОРОВСКОГО»

**ВИМС**  **VIMS**

ALL-RUSSIAN SCIENTIFIC-RESEARCH INSTITUTE OF MINERAL RESOURCES  
NAMED AFTER N.M.FEDOROVSKY  
FEDERAL STATE BUDGETARY INSTITUTION

## ВЫПИСКА

из протокола № 1 Заседания секции Ученого Совета ФГБУ «ВИМС»  
«ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ПЛАНИРОВАНИЕ ГРР»

г. Москва 16 ноября 2016 года

### Председатель:

Машковцев Г.А., генеральный директор ФГБУ «ВИМС»

### Члены секции:

Хижняков Ю.А., Коротков В.В., Гребенкин Н.А., Сашенко А.В., Сафонова А.Р.,  
Зублюк Е.В.

### Приглашенные:

Голева Р.В., Митрофанов Н.П., Макаров А.И., Шашорин Б.Н., Бабкин Н.Я.,  
Корявко А.И., Фуртова И.Б., Ржевская А.К., Тихомиров И.П., Сапожникова Л.Н.,  
Руднев В.В., Прудников И.А., Тюрин А.Б., Стародубов А.В., Бахур А.Е., Сучков  
А.В., Выдрич Д.Е., Кочнев В.Э., Ульянова Д.В., Романов А.Г., Прохоров Д.А.

## ПОВЕСТКА ДНЯ:

Рабочее совещание по теме:

**«Инновационные геофизические технологии  
поисков рудных месторождений»**

### СЛУШАЛИ:

1. Давыденко Юрий Александрович (ИРНИТУ, ООО "Гелиос", г. Иркутск)

**«РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО  
ЗОНДИРОВАНИЯ И ВЫЗВАННОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ ПРИ ПОИСКЕ  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ РУДНЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ»**

2. Паршин Александр Вадимович (ИРНИТУ, ООО "Геоинформационные технологии", г. Иркутск)

**«КРУПНОМАСШТАБНАЯ НИЗКОВЫСОТНАЯ БЕСПИЛОТНАЯ АЭРО-  
МАГНИТОРАЗВЕДКА КАК ЗАМЕНА ТРАДИЦИОННОЙ ПЕШЕХОДНОЙ СЪЕМКИ В  
СЛОЖНЫХ ПРИРОДНО-ЛАНДШАФТНЫХ УСЛОВИЯХ»**

### В ДИСКУССИИ ПРИНЯЛИ УЧАСТИЕ:

Машковцев Г.А., Макаров А.И., Митрофанов Н.П., Коротков В.В., Гребенкин Н.А.,  
Корявко А.И., Стародубов А.В.

119017, Москва, Старомонетный пер., 31 31, Staromonetny per., Moscow, 119017 Russia  
Тел. (495) 951-50-43, Факс (495) 951-50-43. Tel. (495) 951-50-43, Fax (495) 951-50-43.  
Эл. почта vims@df.ru E-mail vims@df.ru  
Веб-сайт: www.vims-geo.ru Web site: www.vims-geo.ru

Были обсуждены вопросы отличия метода ЭМЗ-МП от классических геофизических методов, преимущества нового метода, его стоимость и пределы масштабов съемки, а также результаты применения данного метода. По второму методу обсуждалась точность съемки, осуществляемой при помощи БПЛА, стоимость и скорость проведения работ, возможность проведения АГСМ-съемки.

### СЕКЦИЯ ОТМЕЧАЕТ:

В последние годы ощутимо возросла необходимость применения новых геофизических методов при проведении поисковых геологоразведочных работ. Одним из таких методов является электромагнитное зондирование с вызванной поляризацией (ЭМЗ-ВП). Измерения в данной технологии производятся с использованием мобильной установки с генератором и GPS-синхронизацией. Метод ЭМЗ-МП применялся при поисковых работах на золото на Ишинской площади, на полиметаллическое оруденение в пределах Новокузнецовской площади, также велись опытно-методические работы на Стрельцовском рудном поле. В результате работ были созданы трехмерные модели месторождений, на Стрельцовском РП выделены эталонные объекты.

Применение технологии электромагнитного зондирования и вызванной поляризации при поиске месторождений рудных полезных ископаемых позволяет повысить глубинность исследований. Преимущества данной технологии заключаются также в ее стоимости (в 2 раза ниже, чем МПП при пересчете на точку (30 тыс.руб./км<sup>3</sup>), более высокой скорости работы. Предельный масштаб съемок – 1:10000.

Сложные природно-ландшафтные условия диктуют необходимость оптимизировать проведение крупномасштабных съемочных геофизических работ. Как альтернативу пешеходной съемке можно рассматривать применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). При проведении съемочных работ с использованием БПЛА применяется метод магниторазведки. Опытные съемочные работы осуществлялись компанией разработчика на территории Бодайбинского района Иркутской области, где затруднена пешеходная съемка. Преимущества использования БПЛА заключаются в более высоком качестве работ, хорошей сходимости результатов по сравнению с пешеходными маршрутами, более низкой стоимости, высокой скорости и производительности работ. Данная методика съемки может быть применена в любых тяжелых природных условиях.

### СЕКЦИЯ ПОСТАНОВЛЯЕТ:

1. Обосновать выбор эталонных объектов для дальнейшего проведения опытно-методических работ по развитию беспилотной аэрогеофизики в сотрудничестве с ФГБУ «ВИМС».
2. Предусмотреть в составе беспилотного аэрогеофизического комплекса возможность проведения АГСМ-съемки.
3. Принять к сведению возможность применения метода электромагнитного зондирования и вызванной поляризации при проведении опытно-методических работ.

Председатель секции



Машковцев Г.А.

Секретарь



Сафонова А.Р.



**“АЛРОСА” акционерная компания** Акционерная компания “АЛРОСА” ALROSA  
(агаас акционернай уопастыба) (публичное акционерное общество) Public Joint Stock Company

**Научно-исследовательское геологическое предприятие АК АЛРОСА (ПАО)**  
Чернышевское шоссе 16, г. Мирный, Республика Саха (Якутия), Российская Федерация, 678170  
Тел: +7 (41136) 9-17-21 Факс: +7 (41136) 9-15-99  
Email: nigp@alrosa.ru Сайт: www.alrosa.ru

№ \_\_\_\_\_ Генеральному директору ООО «Гелиос»  
На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ Давыденко Ю.А.,  
ул. Лермонтова, д.341/1, оф.19  
г. Иркутск, 664017

Об апробации технологии ЭМЗ-ВП в НИГП  
АК «АЛРОСА» (ПАО)

Уважаемый Юрий Александрович!

С июля 2016 г. по август 2017 г. была проведена серия опытно-методических работ и лабораторных исследований с целью исследования возможностей технологии электромагнитного зондирования и вызванной поляризации (ЭМЗ-ВП) при решении задачи поисков кимберлитовых тел в условиях разных геотипов разрезов по условиям поисков с широким проявлением эффектов индукционно-вызванной поляризации, разработки научных основ и технологий интерпретации данных.

Предпосылками к данной серии работ послужили опытно-методические работы на участке «Лиственничный» в 35 км от г. Мирного в Республике Саха (Якутия), где технология ЭМЗ-ВП прошла апробацию по определению положения и геоэлектрических параметров туфовой трубки «Буордахская». После успешно завершённых работ было решено определить геоэлектрические параметры кимберлитовых трубок взрыва.

В результате выполнены исследования на трех участках работ – исследуемые объекты на двух участках работ (Аномалия Т-54/14 Ыгыаттинского алмазоносного района и трубки Дально-Алакитского алмазоносного района: «Долгожданная» и «Ленинградская») относятся к I-III геотипам, и две трубки («Байтахская» и «30 лет Айхала» в Дально-Алакитском алмазоносном районе) – к III-IV геотипу по условиям поиска.

В результате проведенных исследований прошел апробацию подход, включающий в себя последовательное применение к данным ЭМЗ-ВП многомерного статистического анализа, а также одномерной и трехмерной инверсии, в результате которого становится возможным выделение объектов трубчатого типа.

По результатам многомерного статистического анализа выполняется районирование участка и выделяются аномальные области изометричной формы, которые прослеживаются по времени спада. Одномерная инверсия используется для определения параметры вмещающей среды, при этом субвертикальные объекты типа трубок взрыва на этой стадии выделить, как правило, не удается.

На финальной стадии выполняется трехмерная инверсия, при этом одновременно минимизируется функционал невязки кривых зондирования, полученных от соосной и ортогональной измерительных установок. Сначала уточняются параметры вмещающей среды, затем выполняется инверсия ячеистой модели. Положения поляризующихся объектов задаются в области аномалий, выделенных по результатам многомерного статистического анализа.

Измерения образцов кимберлитов и вмещающих пород показали, что имеются кимберлиты с высокой поляризуемостью, вызванной прежде всего наличием сульфидов и низкой поляризуемостью, в которых сульфиды не замечены. Вмещающие пород обладают низкой поляризуемостью. Дисперсия поляризационных свойств кимберлитов высокая. Времена релаксации могут достигать как  $10^{-5}$ , так и сотен секунд. Показатели степени колеблются в пределах 0.3-0.6 условных единиц, в то время, как значения вмещающих пород достаточно стабильны – около 0.5 условных единиц.

Измерения в условиях естественного залегания подтверждают данные лабораторных исследований о блоковом строении кимберлитовых тел, при этом поляризационные характеристики блоков существенно отличаются. В то время, как поляризационные параметры вмещающей среды обладают малой дисперсией.

В результате для трубок Дально-Алакитского алмазоносного района сформирована физико-геологическая модель с поляризационными характеристиками, которая может быть использована для оценки чувствительности различных электромагнитных методов, в том числе аэро-МПП.

Достоинством технологии является высокая производительность выполнения съемки, недостатком на данный момент – существенные трудозатраты и длительное время при камеральной обработки данных. Кроме того, проблемой является разброс аномалий по поляризуемости – исключение поляризующихся объектов-помех. Так же следует отметить неоднозначность результатов инверсии в рамках трехмерных поляризующихся моделей, связанную, зачастую с недостаточной точностью подбора.

По результатам проведенных работ делается вывод о том, что технология ЭМЗ-ВП прошла успешную апробацию на нескольких эталонных объектах Ыгыаттинского и Дально-Алакитского алмазоносных районов. После доработки технологии целесообразно продолжить опытно-

методические работы в других геолого-геофизических условиях, после чего возможно будет рекомендовать применение технологии ЭМЗ-ВП на стадии поисков и разведки кимберлитовых тел на территории Якутской алмазоносной провинции.

Директор

А.В. Толстов

Р.А. Шишмарев,  
Тел 4-57-85

№ А02-1060-01-1060-13/10  
От 31.01.2018 (0+0 л.)

# ОТЗЫВЫ

## ВЫПИСКА

из протокола №2 заседания Геофизического семинара  
Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института петлега-  
зовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской  
академии наук (ИНГТ СО РАН)

г. Новосибирск

24.01.2017

**ПРИСУТСТВОВАЛИ:** сотрудники ИНГТ СО РАН: д.ф.-м.н. Е.Ю. Антонов, д.ф.-м.н.  
В.Н. Глинских, д.г.-м.п. Н.О. Кожвинков, д.т.н. А.К. Манштейн, д.т.н. В.С. Могилатов,  
д.ф.-м.п. А.И. Хисамутдинов, д.ф.-м.п. В.В. Плуткин, к.т.н. Е.В. Балков, к.г.-м.н. П.Г.  
Дядьков, к.г.-м.н. В.В. Оленченко, к.т.н. В.В. Потапов, к.г.-м.л. А.М. Сатчаа, к.т.н.  
А.Ю. Соболев, к.т.н. К.В. Сухоруков, к.ф.-м.л. А.Н. Шенц, К.Н. Дашитовский, Ю.Г.  
Карин, Е.В. Кукарина, И.В. Михайлов, Л.В. Цибизов; к.т.н. А.В. Злобинский (НТК  
«ЗаВеТ-ГЕО»); И.А. Москаев, П.С. Осипова, А.А. Федоссов (НГУ)

**Председатель:** д.ф.-м.н. Н.О. Кожвинков  
**Секретарь:** Е.В. Кукарина

**СЛУШАЛИ:** научный доклад Давыденко Юрия Александровича **РЕЗУЛЬТАТЫ  
ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ЗОНДИРОВАНИЙ  
И ВЫЗВАННОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ (ЭМЗ-ВП) ПРИ ПОИСКЕ  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ РУДНЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ** по результатам  
полевых геофизических работ на Алтае в Якутской алмазоносной провинции.

**ВОПРОСЫ ЗАДАВАЛИ:** д.г.-м.н. П.О. Кожвинков, д.т.н. А.К. Манштейн, д.т.н. В.С.  
Могилатов, д.ф.-м.н. Е.Ю. Антонов, к.т.н. В.В. Потапов, к.г.-м.н. В.В. Оленченко, А.А.  
Федоссов, Л.В. Цибизов

**ВЫСТУПИЛИ:** д.г.-м.п. Н.О. Кожвинков, д.т.н. В.С. Могилатов.

**ПОСТАНОВИЛИ:** Считать перспективным применение предлагаемого подхода  
к возбуждению и регистрации нестационарных электромагнитных полей в соче-  
тании с моделированием в рамках трехмерных поляризующихся моделей. Rekom-  
мендовать выполнить оценку чувствительности и разрешающей способности  
технологии ЭМЗ-ВП при поисках рудных полезных ископаемых и сделать суще-  
ственный акцент на геологической интерпретации.

Председатель, д.ф.-м.п.

Н.О. Кожвинков

Секретарь

Е.В. Кукарина



Горно-Алтайская  
экспедиция

АО «Горно-Алтайская экспедиция»  
(«ГАЗ»)  
ул. Советская, д.15, с. Мазенинское,  
Бийский район, Алтайский край, РФ,  
659370  
Тел./Факс: +7 (3854) 77 41 09  
gapse@mail.biysk.ru; gae@rosgeology.ru;  
www.biysk.ru/~gapse; www.rosgeo.com

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ ОБ АПРОБАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ ЭМЗ-ВП В АО «ГОРНО-АЛТАЙСКАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ» НА НОВОКУЗНЕЦОВСКОЙ И ИШИНСКОЙ ПЛОЩАДЯХ

В период с 2015 по 2017 гг. технология электромагнитного зондирования и вызванной поляризации (ЭМЗ-ВП), разработанная ООО «Гелиос», была опробована в рамках выполнения работ по Государственным контрактам при поисках полиметаллического оруденения на Рудном Алтае (объект «Поисковые работы на золото-серебросодержащее полиметаллическое оруденение в пределах Новокузнецовской площади в Змеиногорском рудном районе, Алтайский край) и при поисковых работах на рудное золото в северо-восточной части Горного Алтая (объект «Поисковые работы на золото в пределах Ишинской площади, Республика Алтай»).

Работы на выше указанных объектах проводились в ходе двух полевых сезонов 2015 и 2016 гг. Плотная пространственная сеть наблюдений (100м x 25м) позволили выполнить трехмерное моделирование нестационарных электромагнитных полей и определить по аномалиям вызванной поляризации зоны сплошной и вкрапленной сульфидизации на глубинах до 700 м. На Новокузнецовской площади было пройдено более 600 погонных километров. В ходе опережающего прогноза, сделанного с учетом результатов ЭМЗ-ВП, на участке было запланировано и в последствии пробурено 17 скважин, в 12 из которых подтвердилось наличие сульфидов. На Ишинской площади общая протяженность профилей составила 27 погонных километров. Здесь также, было пробурено 10 скважин, в 9 из которых аномалии вызванной поляризации подтвердили наличие сульфидов и габброидных тел с вкрапленностью шприта. Буровые работы на данных объектах продолжаются, но уже на сегодняшний день следует отметить высокую эффективность применения технологии ЭМЗ-ВП в общем комплексе поисковых методов на полиметаллические руды, которая составляет 77%, что значительно выше среднего показателя по отрасли, не превышающего 30%.

В итоге следует признать, что технология ЭМЗ-ВП прошла успешную апробацию на Рудном и Горном Алтае и можно ее рекомендовать к дальнейшему применению на поисково-разведочной стадии геологоразведочных работ на полиметаллы и рудное золото.

Исполнительный директор  Д.А. Шмойлов

Главный геолог АО «ГАЗ»  С.И. Федак

20 сентября 2017 г.



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«АЛМАЗЫ АНАБАРА»



«АНААБЫР АЛМААСТАРА»  
АКЦИОНЕРНАЙ УОПСАСТЫБА

Кирова ул., д. 18, блок «Б», г. Якутск, РС(Я) 677027  
Тел.: (411-2) 49-60-00, 49-60-60 Факс: (411-2) 49-62-00 E-mail: office@alanabr.ru  
ИНН 1435152770 КПП 144950001 ОГРН 1041400254950 ОКПО 46723459 Филиал Банк ВТБ (ПАО) в г. Хабырск  
Р/с 40702810314020000471 К/с 3010181040000000727 БИК 040813727

№ 8/к

19 10

2017 г.

## Заключение

### По апробации технологии ЭМЗ-ВП в АО «Алмазы Анабара»

В 2013 году технология электромагнитного зондирования по способу вызванной поляризации (ЭМЗ-ВП), была реализована на участке Марс с применением аппаратно-программного электроразведочного комплекса (АПЭК «МАРС»), в пределах восточного склона Анабарского Щита Куонапской группы кимберлитовых полей. В общем комплексе методов ГРП АПЭК «Марс» в настоящее время апробирован, применяется на различных территориях, при решении задач алмазопрогностики.

С использованием технологии ЭМЗ-ВП в общем комплексе геофизических методов были выполнены следующие работы:

- в 2014 году были выполнены работы с целью поисков и оценки месторождений подземных вод на участке Улахан-Тарынского месторождения в районе развития межмерзлотного - водоносного криогенно-таликового комплекса. В комплексе методов выполнено (ЭМЗ-ВП) на площади 1.18 км<sup>2</sup>-245 ф.т.;

- с 2015 по 2017 г.г. при решении вопросов алмазопрогностики также с успехом применяется ЭМЗ-ВП по трем объектам (Хара-Масская территория, Келемерская площадь и по объекту Эскитский).

За данный период выполнено около 1000 пог. км. съемки ЭМЗ-ВП и записано более 15000 физических точек наблюдений. ООО «Гелиос» на протяжении всего периода осуществлял сопровождение производственной эксплуатации аппаратно-программного электроразведочного комплекса с исследованием глубинности, разрешающей способности технологии электромагнитного зондирования и вызванной поляризации, путем выполнения математического моделирования и проведения ОМР в северной части Якутской Алмазоносной Провинции.

Считаем что применение технологии ЭМЗ-ВП в общем комплексе геологоразведочных работ на поиски и разведку месторождений алмазов россыпного и коренного генезиса, золота, полиметаллов и др. месторождений полиформационного типа эффективным и экономически целесообразным.

Генеральный директор

П.А. Мариньчев

+79248694353  
Потков П.А.

# Контакты



# GELIOS

*Инновационные технологии  
в геологоразведке*

ООО «Гелиос»

тел: +7 (3952) 980-404

e-mail: [info@gelios-geo.com](mailto:info@gelios-geo.com)

Россия, г. Иркутск

664074, ул. Лермонтова, д.

83-а, оф. 207



[www.gelios-geo.com](http://www.gelios-geo.com)