



Иркутский национальный исследовательский технический университет

Разработка и апробация аппаратно-программного комплекса импульсной  
электроразведки для поисков месторождений рудных полезных ископаемых

---

Ассистент преподавателя кафедры ПГГиГИС  
**Башкеев Аюр Саянович**

Научный руководитель:  
к.т.н., доц. кафедры ПГГиГИС  
**Давыденко Юрий Александрович**

# Актуальность темы исследования

## Актуальность

Уменьшение затрат на стадии поисков и разведки месторождений полезных ископаемых

## Предлагаемое решение

Увеличение эффективности методов разведочной геофизики за счет внедрения нового аппаратно-программного комплекса

# ЭМЗ-ВП

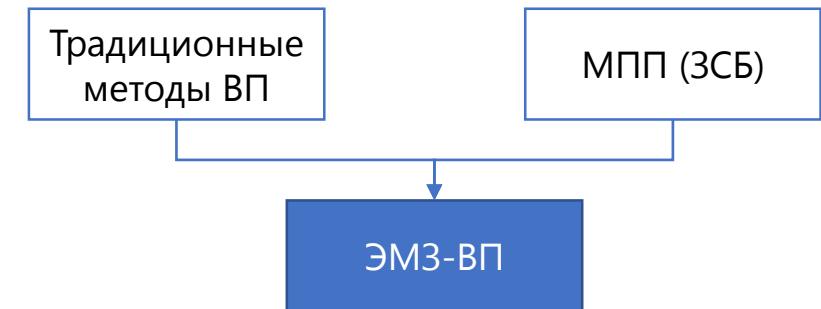


ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО  
ЗОНДИРОВАНИЯ И ВЫЗВАННОЙ  
ПОЛЯРИЗАЦИИ

Метод ЭМЗ-ВП основан на методах МПП и традиционных методах ВП.

ЭМЗ-ВП – использует тот же подход к регистрации переходных процессов, что в МПП (ЗСБ), только для установки "линия-линия"

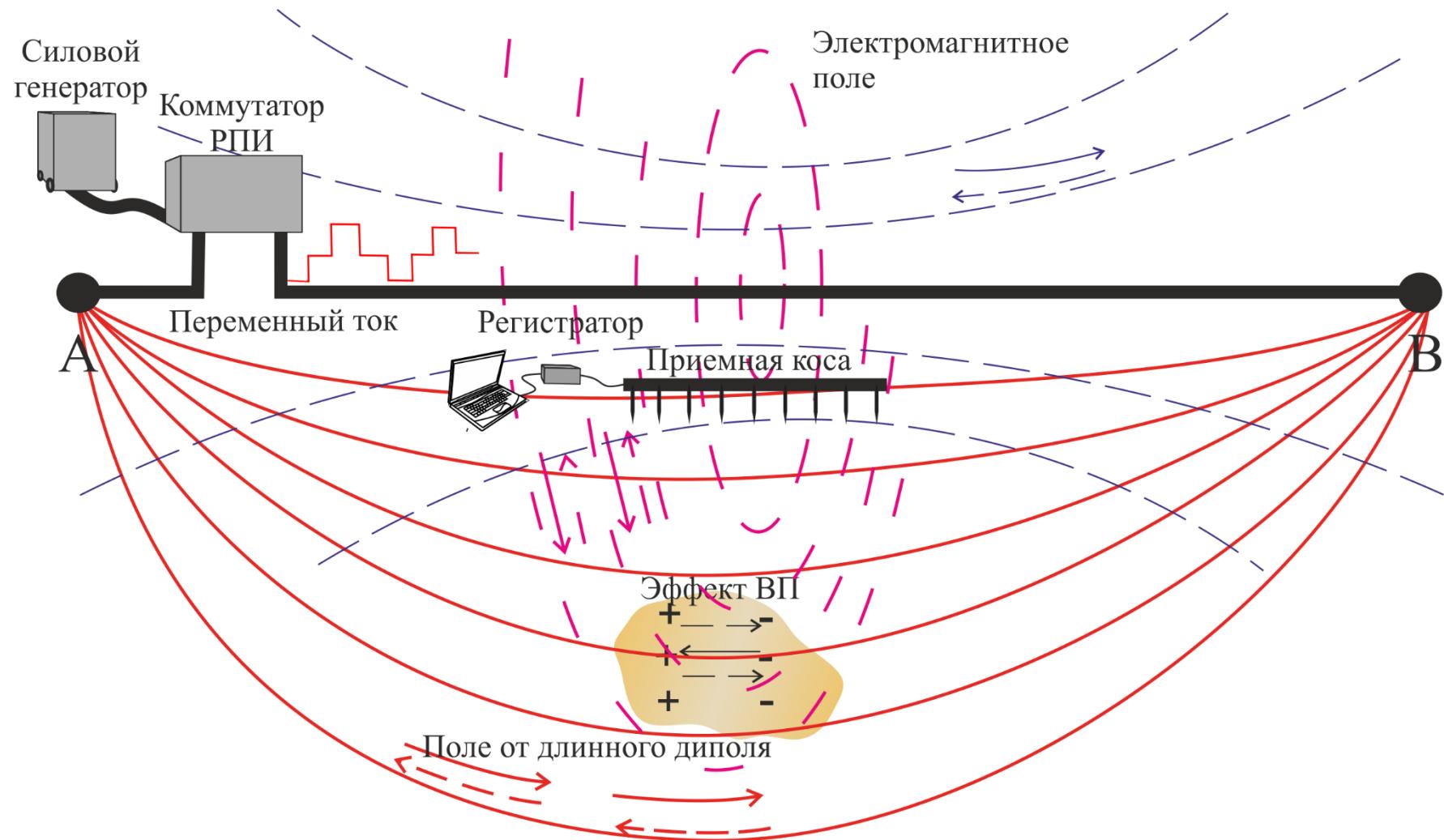
Метод ЭМЗ-ВП – метод импульсной электроразведки, разработанный сотрудниками ООО «СГНПК» в 2012 г.



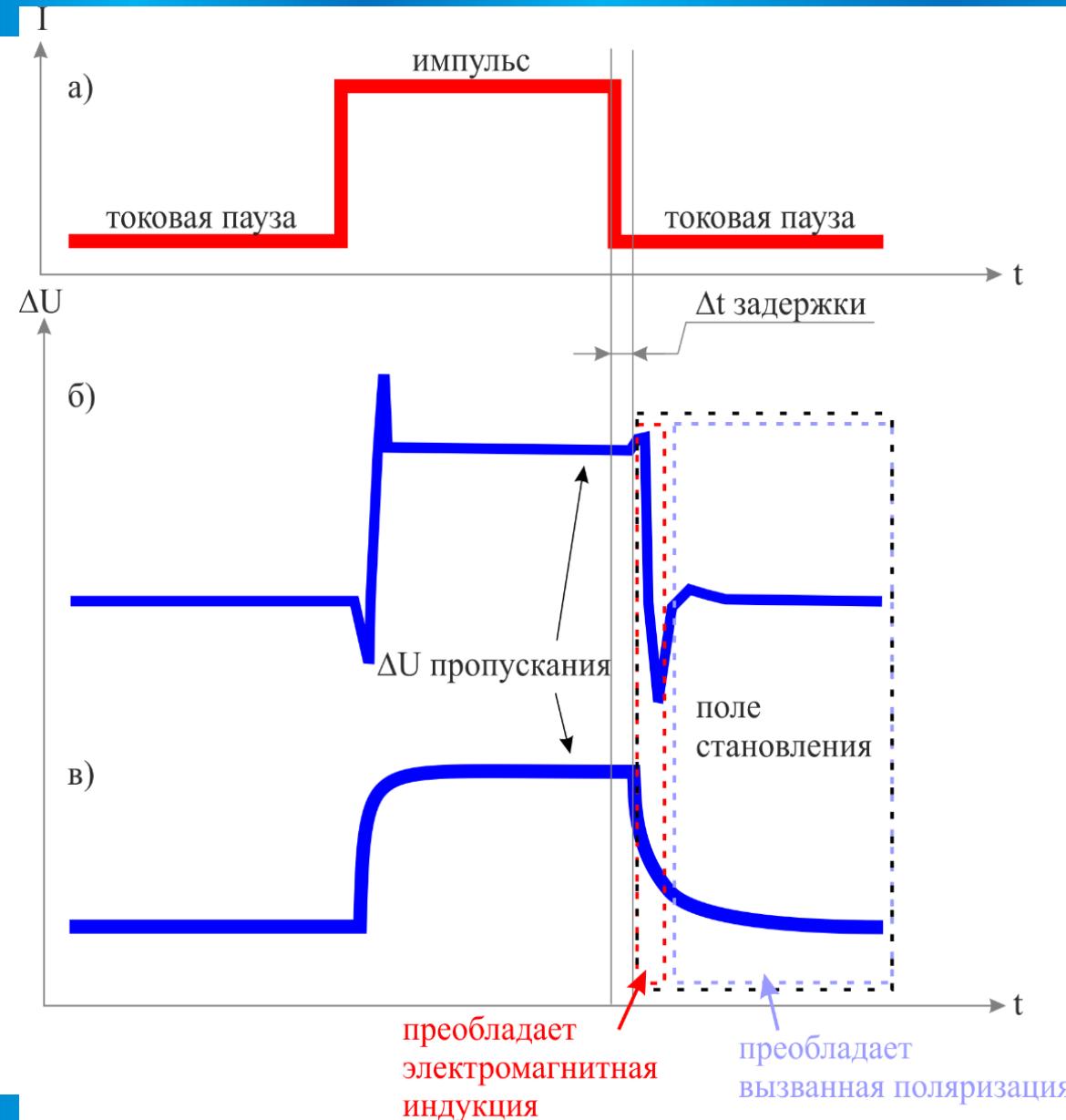
Регистрируется поле становления в паузе и поле на пропускании:

- ранняя часть – **область влияния электромагнитной индукции**
- поздняя часть – **область влияния процессов ВП**

# ЭМЗ-ВП



# ЭМЗ-ВП



# Используемая модель для одномерной инверсии

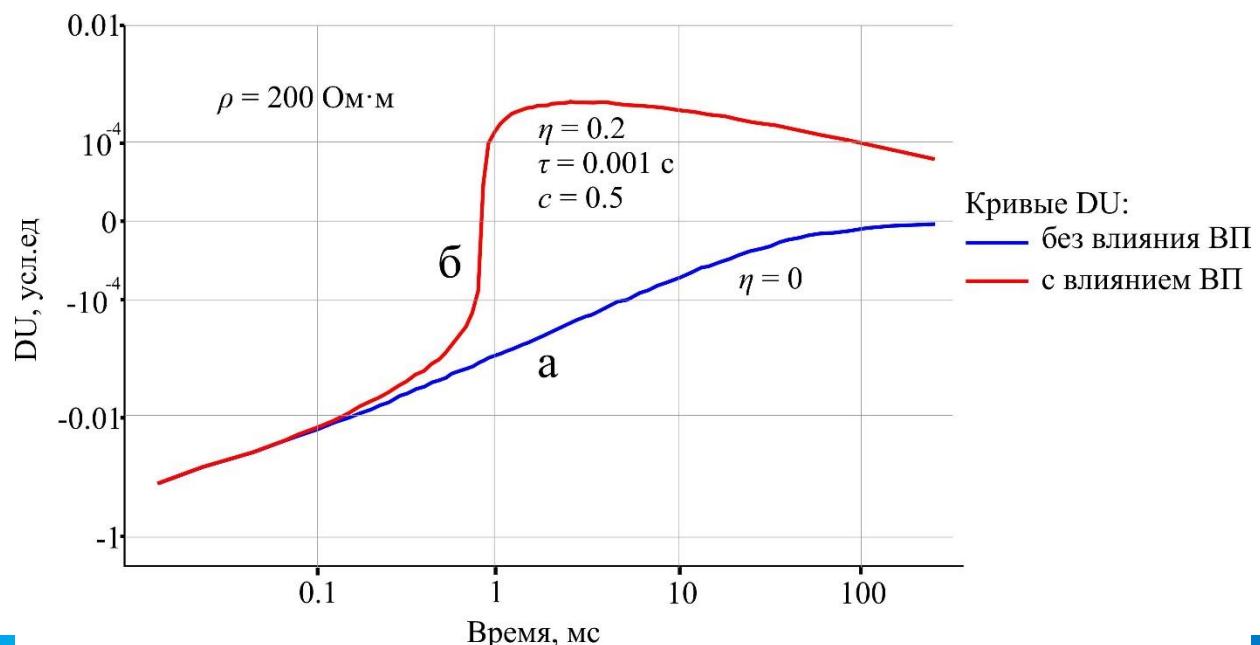
Для изучения процессов ВП применяется широко используемая феноменологическая модель Cole-Cole, описывающая процессы ВП с точки зрения частотной дисперсии электрического сопротивления среды:

$$\rho(\omega) = \rho_0 \left( 1 - \frac{\eta(i\omega t)^c}{1 + (i\omega t)^c} \right),$$

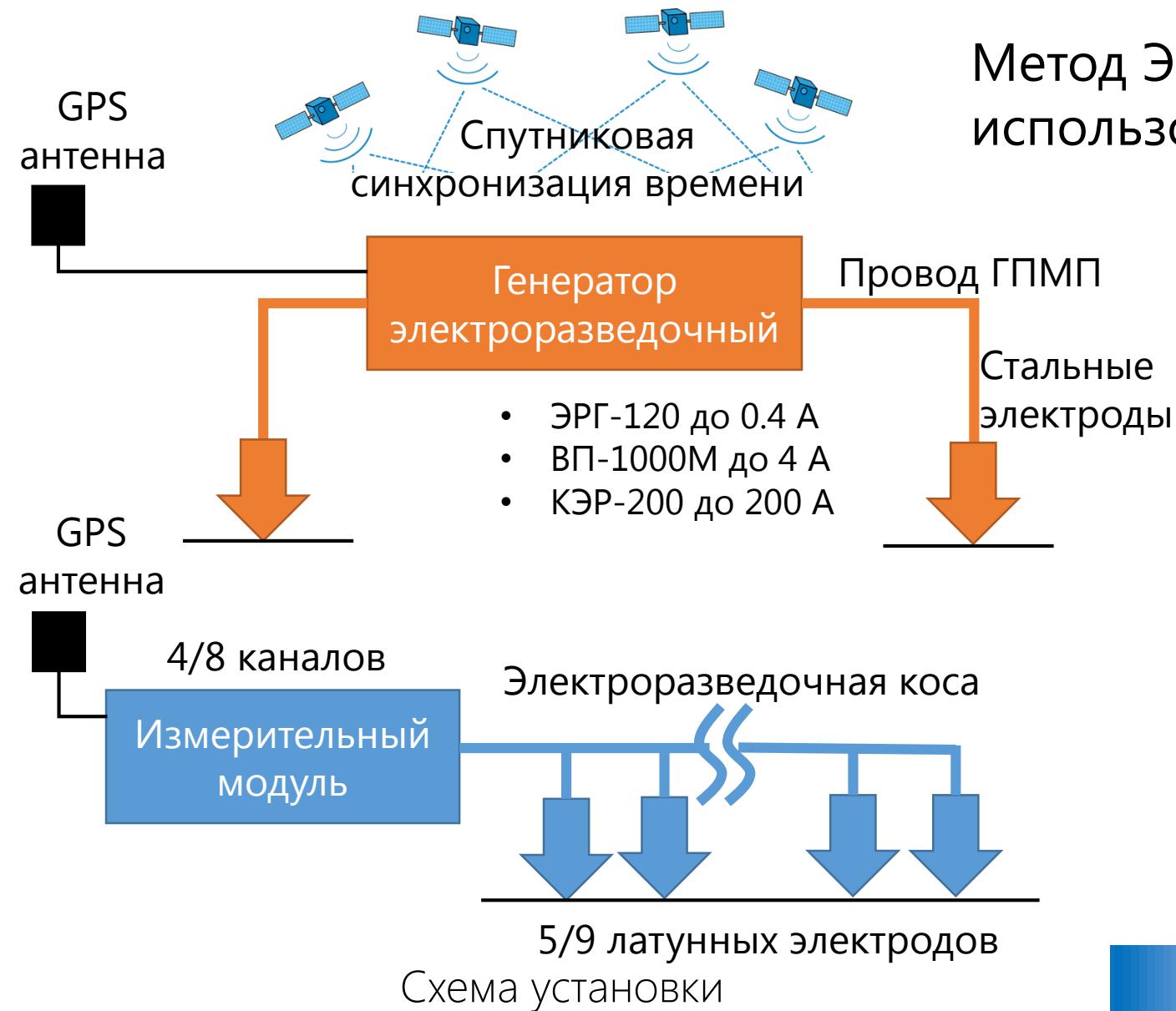
где  $\rho$  – удельное электрическое сопротивление;  $\rho_0$  – сопротивление на постоянном токе;  $i$  – мнимая единица;  $\omega$  – круговая частота;  $\eta$  – коэффициент поляризуемости среды ( $0 \leq \eta \leq 1$ );  $\tau$  – постоянная времени поляризационного процесса (время релаксации);  $c$  – показатель степени, определяющий ширину экспоненциального спектра переходной характеристики ВП ( $0 \leq c \leq 1$ ).

Кривые  $DU$  ведут себя по разному в зависимости от наличия поляризуемости, причем эффекты ВП дают вклад начиная с некоторого времени после выключения тока

Кривые  $DU$  над:  
а) неполяризующимся;  
б) поляризующимся полупространством



# Методика полевых работ



Метод ЭМЗ-ВП предполагает  
использование установки «линия – линия»

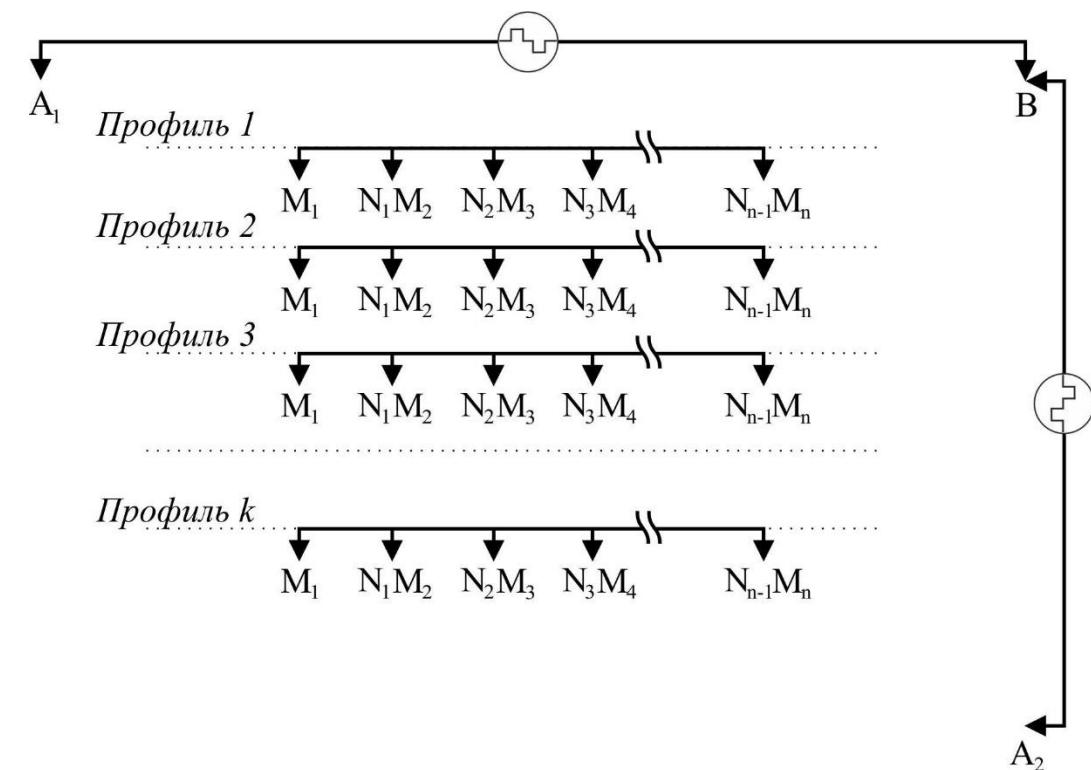


Схема работ методом ЭМЗ-ВП

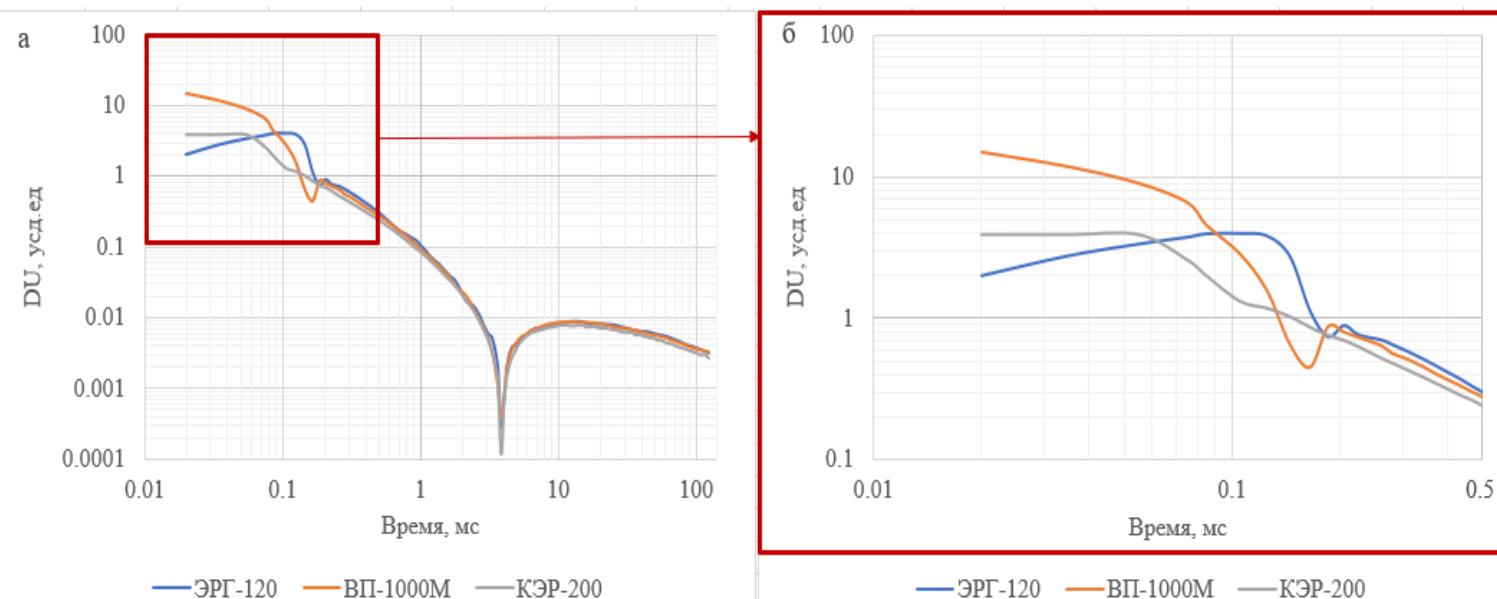
# Сравнение коммутаторов разнополярных импульсов

За 4 года ОМР было выявлено:

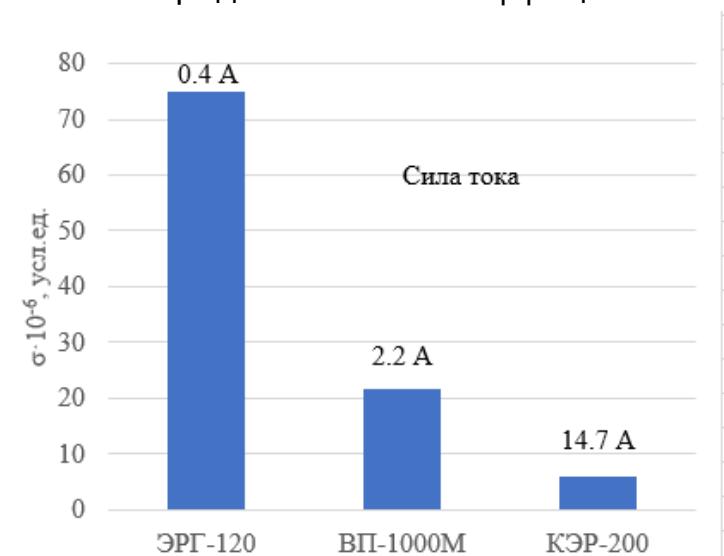
- Используемые коммутаторы ВП-1000М и ЭРГ-120 производства ООО НКП «ЭЛГЕО» имеют затянутый фронт выключения.
- Связано с тем, что данные коммутаторы предназначены для работ методами сопротивлений и ВП, не регистрирующие индукционные процессы

Было решено использовать коммутатор производства ООО «СГНПК» КЭР-200, спроектированный для работ методом ДНМЭ

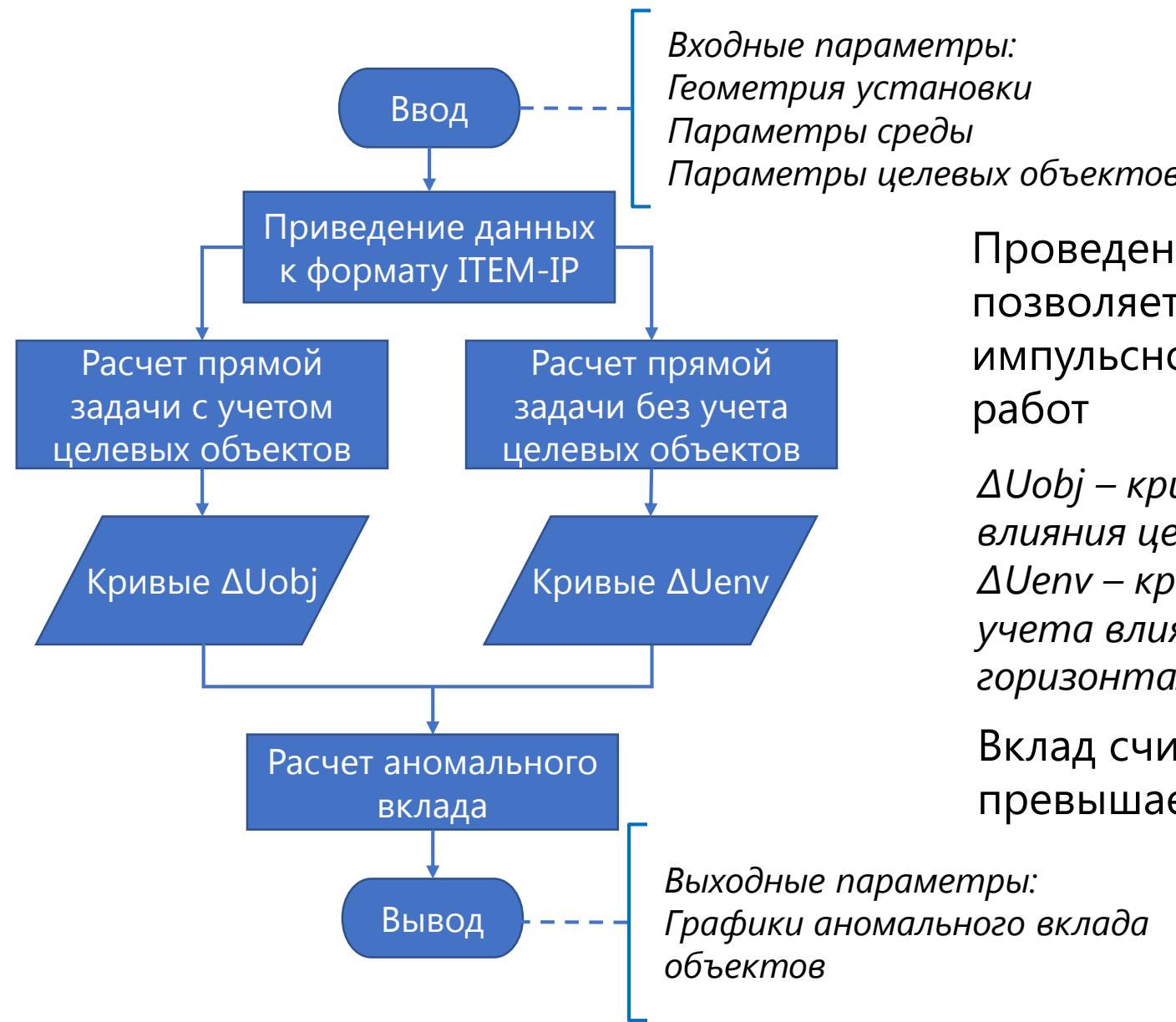
Кривые DU полученные с разных коммутаторов



Медиана среднеквадратических отклонений DU.  
Значения представлены с коэффициентом  $10^{-6}$



# Методика проведения математического эксперимента



Проведение математического эксперимента позволяет оценить чувствительность системы импульсной электроразведки на этапе планирования работ

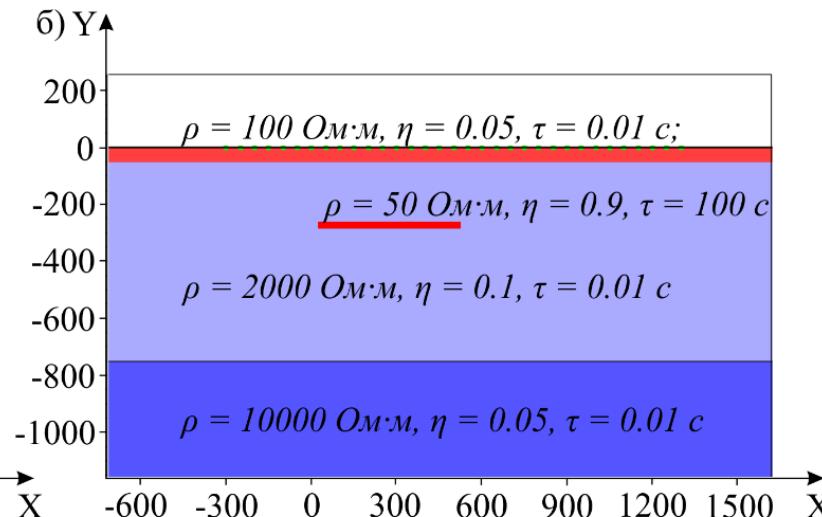
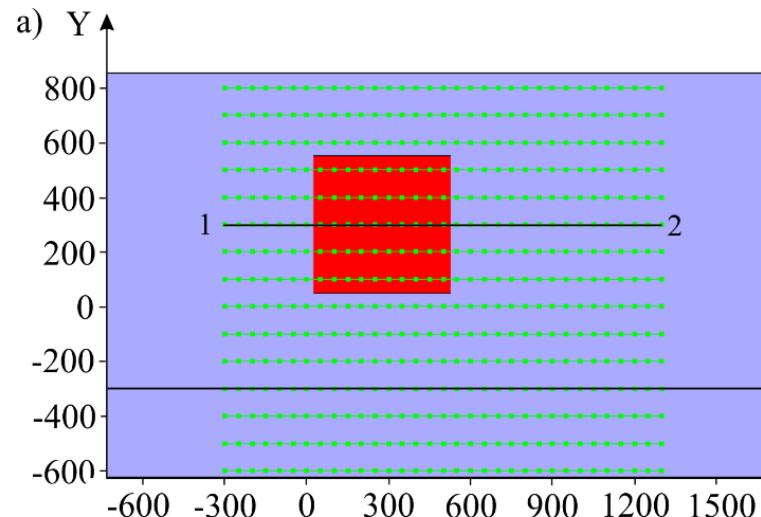
$\Delta U_{obj}$  – кривые зондирования, рассчитанные с учетом влияния целевых объектов

$\Delta U_{env}$  – кривые зондирования, рассчитанные без учета влияния целевых объектов (только от горизонтально-однородной среды)

Вклад считается регистрируемым, если значение превышает 0.01 мВ

Выходные параметры:  
Графики аномального вклада  
объектов

# Оценка чувствительности системы при поиске и разведке рудных полезных ископаемых



Сила тока 4 А  
Длительность импульсов  
и пауз 125 мс

Параметры горизонтально-слоистой среды

№	h, м	$\rho$ , Ом·м	$\eta$ , %	$\tau$ , с
1	50	100	5	0.01
2	700	2000	1	0.01
3	1000	10000	5	0.01

Параметры целевого объекта

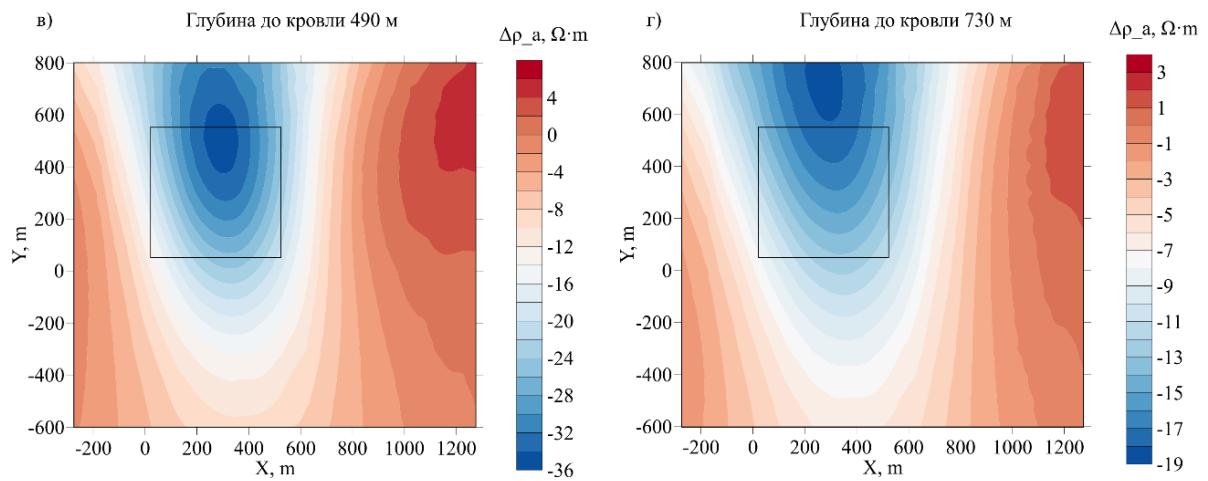
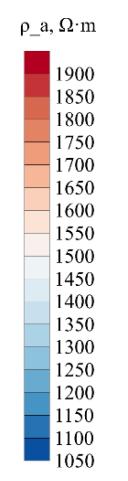
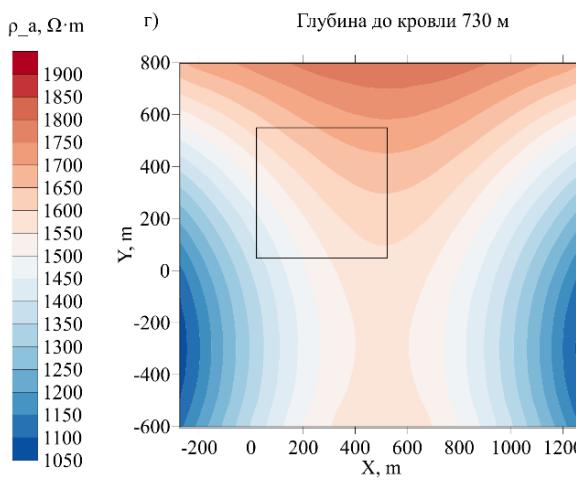
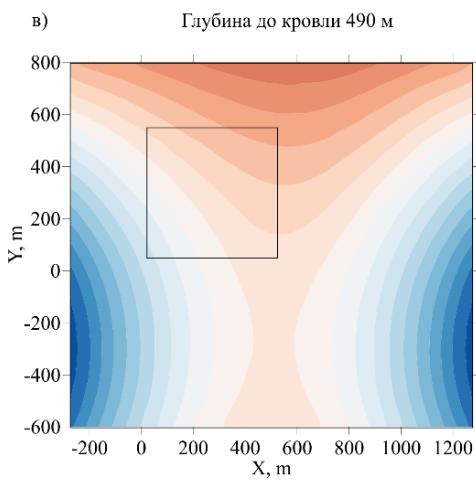
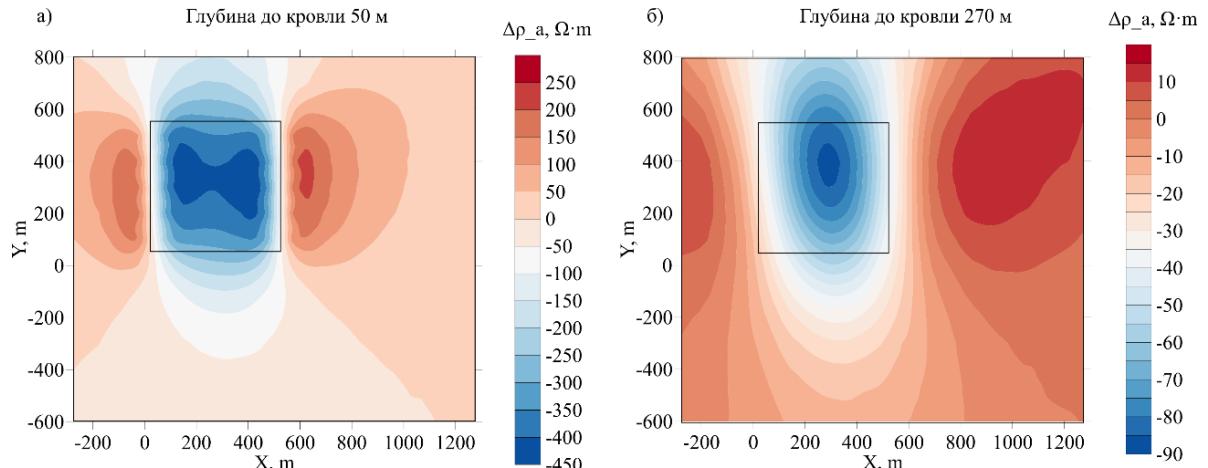
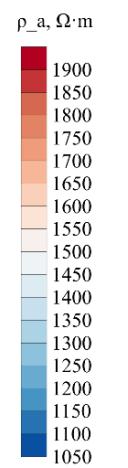
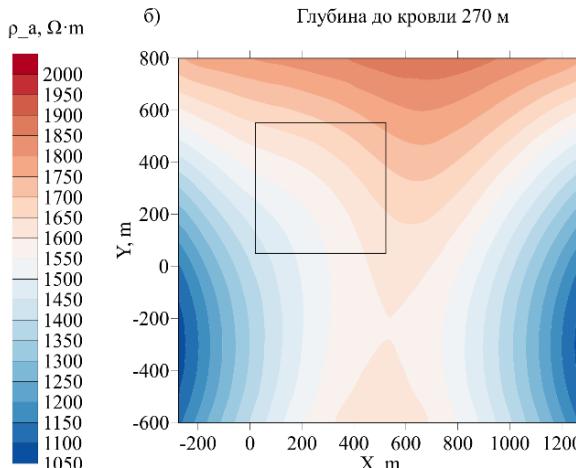
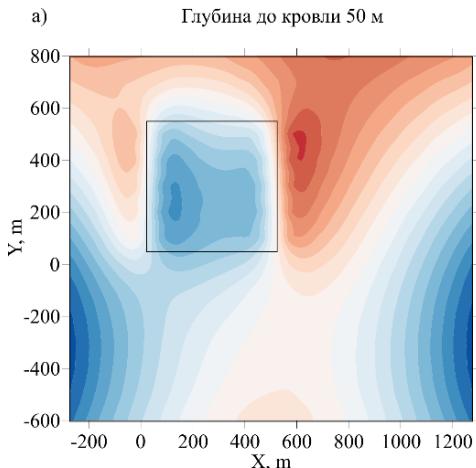
Объект помещен в слой № 2 на глубину 50-70, 270-290, 490-510, 730-750 м

←

Размеры, м	$\rho$ , Ом·м	$\eta$ , %	$\tau$ , с
500 x 500 x 20	50	90	100

Расчеты производились для четырех положений целевого объекта с глубиной кровли: 50, 270, 490 и 730 м

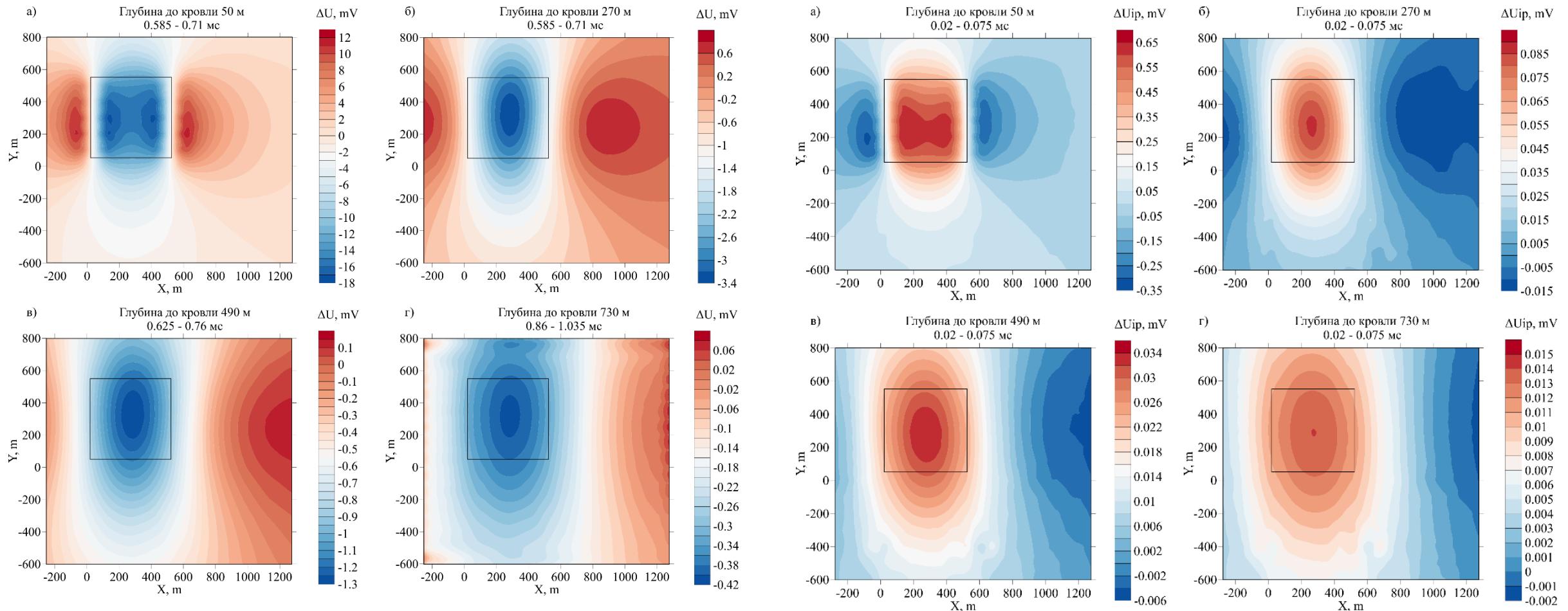
# Оценка чувствительности системы при поиске и разведке рудных полезных ископаемых. Кажущееся УЭС



Кажущееся УЭС

Аномальный вклад в кажущееся УЭС

# Оценка чувствительности системы при поиске и разведке рудных полезных ископаемых. Поле становления и ВП



Аномальный вклад в поле становления

Аномальный вклад в поле ВП

# Выводы по оценке чувствительности

## Инженерные работы на шельфе

Чувствительность к объекту ММП на глубине 80-100 м имеется на всех разносах MN, что говорит о возможности использования данной измерительной установки для инженерных работ в транзитной зоне шельфа

## Поиски и разведка рудных полезных ископаемых

Кажущееся УЭС: ощутимый вклад имеется только у приповерхностного объекта (глубина кровли 50 м). При глубине кровли в 270 м объект отслеживается на грани чувствительности (5 % от амплитуды сигнала)

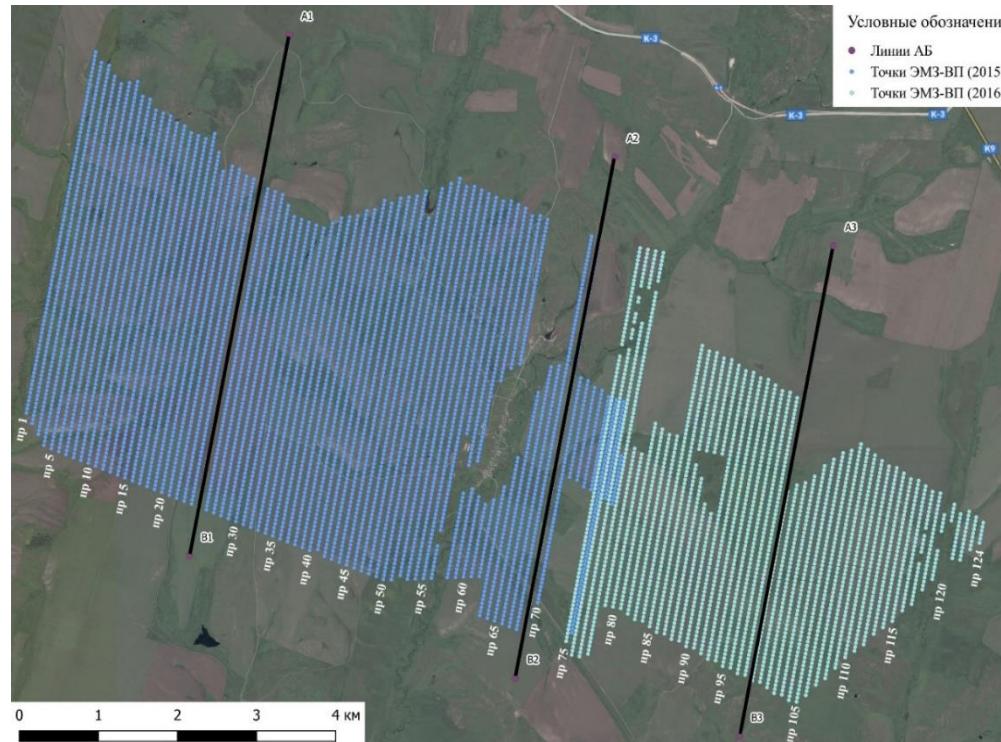
Становление поля: аномальный вклад регистрируем при всех положениях объекта (глубина кровли до 730 м), как и поле ВП

# Апробация на Алтае

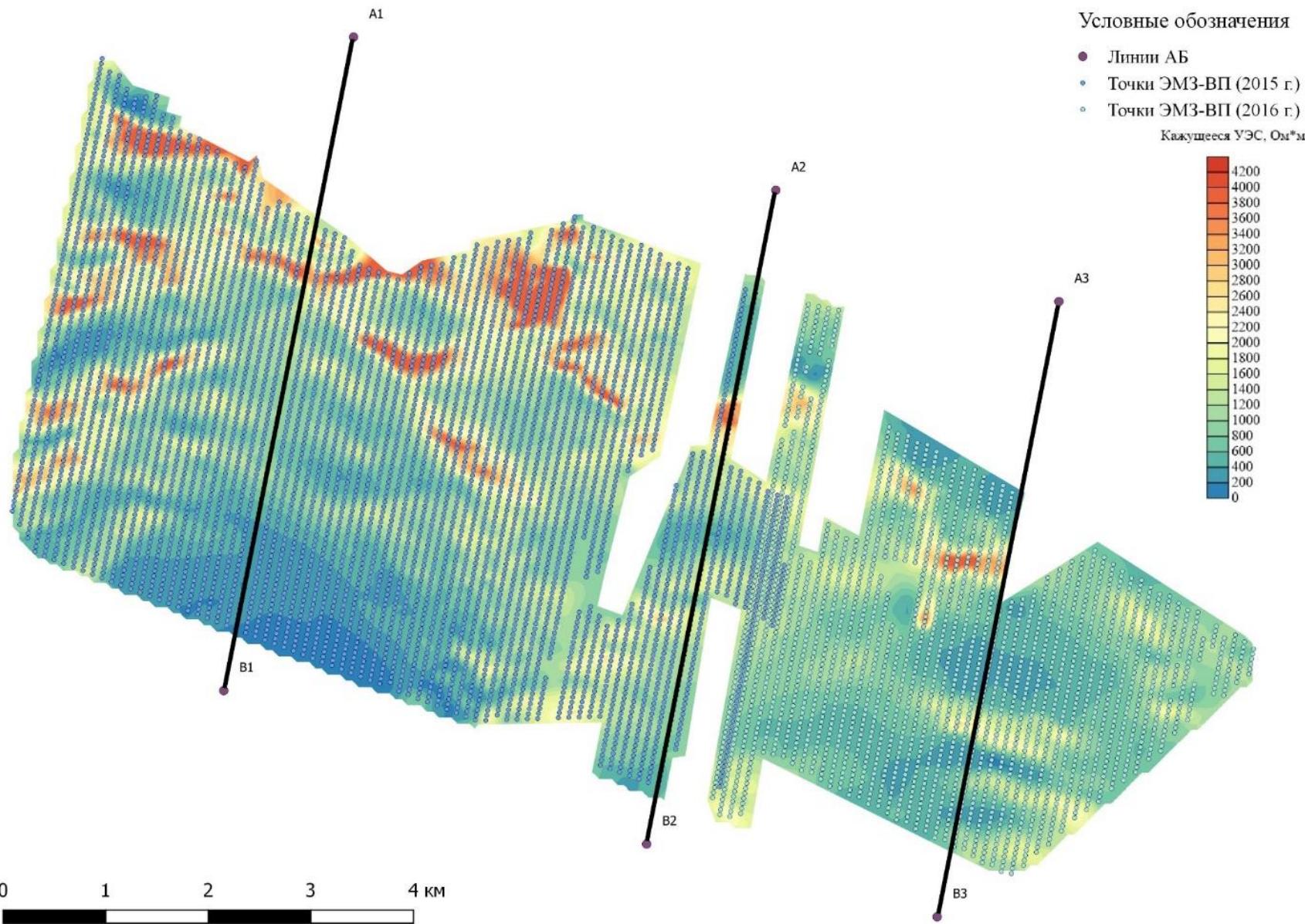
В период 2015-2016 были проведены поисковые работы на Новокузнецкой площади

- Сетка измерений 50 x 100 м
- Было записано 8695 точек наблюдения – из них 628 контрольных (7.2%)
- Работы покрыли площадь в 48 км<sup>2</sup>. Объем работ 418 пог. км

Схема работ

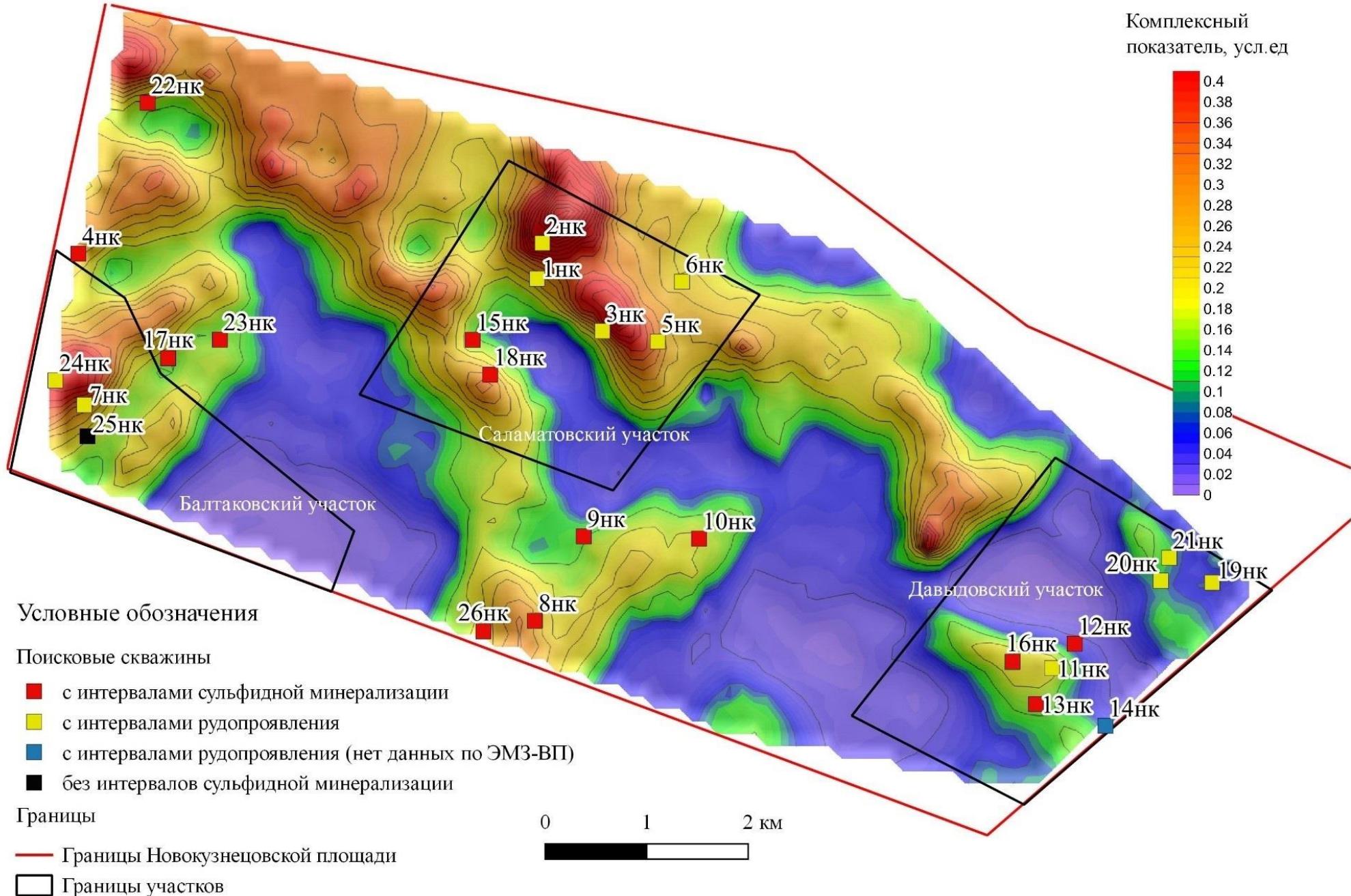


# Новокузнецкая площадь. Кажущееся УЭС



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

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



# Защищаемые положения

Основные положения, выносимые на защиту:

1

Предложенная методика проведения математического эксперимента для системы импульсной электроразведки с заземленными источниками и приемниками позволяет оценить чувствительность к искомым объектам

2

Разработанный аппаратно-программный комплекс импульсной электроразведки с заземленными источниками и приемниками для метода электромагнитного зондирования и вызванной поляризации позволяет решать поисковые задачи при поисках рудных полезных ископаемых

## Заключение

Разработан и апробирован АПК с заземленными источниками и приемниками

Разработанный АПК имеет высокую поисковую эффективность, подтвержденную бурением

Разработана методика проведения математического эксперимента для оценки чувствительности системы



Иркутский национальный исследовательский технический университет

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

---

Ассистент преподавателя кафедры ПГГиГИС  
**Башкеев Аюр Саянович**

Научный руководитель:  
к.т.н., доц. кафедры ПГГиГИС  
**Давыденко Юрий Александрович**