

«MAX-MODEL»

ИНДУКЦИОННАЯ ТОМОГРАФИЯ

ДЛЯ ВЫСОКОТОЧНЫХ
РЕКОНСТРУКЦИЙ ЭЛЕКТРО-ФИЗИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ
геологической среды

2005 

Основание компании «ЕМ-Разведка».

Ведущее направление: импульсная ИНДУКТИВНАЯ электроразведка.

2009 

Создание конструкторского бюро:

- Разработка и МЕЛКОСЕРИЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО ЭМ-оборудования серии «Импульс-Д»;
- Разработка программного обеспечения обработки и интерпретации данных НЕСТАЦИОНАРНОЙ ГЕОЭЛЕКТРИКИ «EM-DATA Processor»

2010 

Разработка и внедрение вертолетной электроразведочной системы «Импульс-АЭРО». Презентация «Импульс-АЭРО» на выставке-конференции EAGE - European Association of Geoscientists and Engineers (Барселона, Испания).



2011 

Поставка вертолетной электроразведочной системы «Импульс-АЭРО» и ПМО в КНР.



2015 

Разработка и внедрение технологии EM-HSDTD® - основы наземной электромагнитной томографии. Презентация EM-HSDTD® на выставке-конференции PDAC International Convention, Trade Show & Investors Exchange (Канада).



2018 

Совместные исследования по технологии EM-HSDTD® с Национальным Исследовательским Институтом в Квебеке.

Поставка в Канаду оборудования серии «Импульс» для работы по технологии EM-HSDTD®.



2019-2020 

Внедрение многоканальной (до 100 каналов) беспроводной телеметрической системы для проведения 3D-ЗСБ исследований.

Внедрение вертолетных электроразведочных систем:

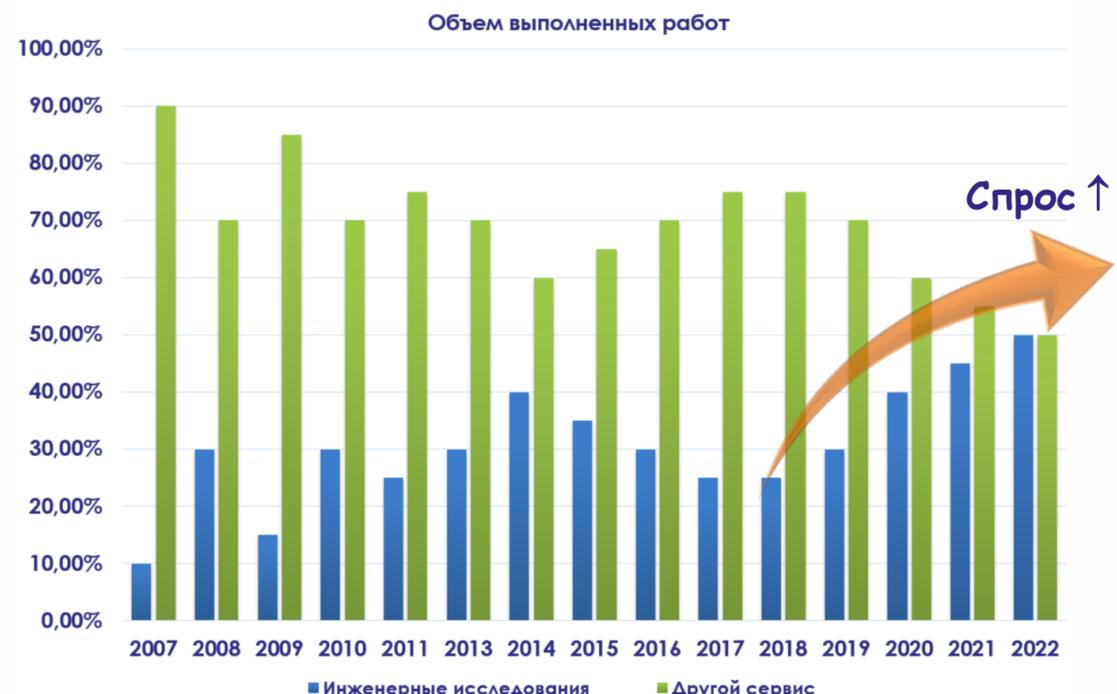
- «Импульс-А450» для глубинной электроразведки;
- «AERO-FAST» для мало-глубинной электроразведки.

2021-2023 

Введение в эксплуатацию ВЧ-кластер для высокоточных 3D-инверсии, в т.ч - ЭМ-томографии: 360 ядер, 720 ВЧ потоков.

Создание пилотного образца индукционного томографа MAX-MODEL.

С использованием индукционной томографии выполнено более 25 проектов.



С 2019 г фиксируется устойчивое повышение спроса на индукционную томографию для поиска золота и инженерных исследований.

Пилотный образец индукционного ЭМ-томографа MAX-MODEL

работы через водную переправу



работы в горной выработке

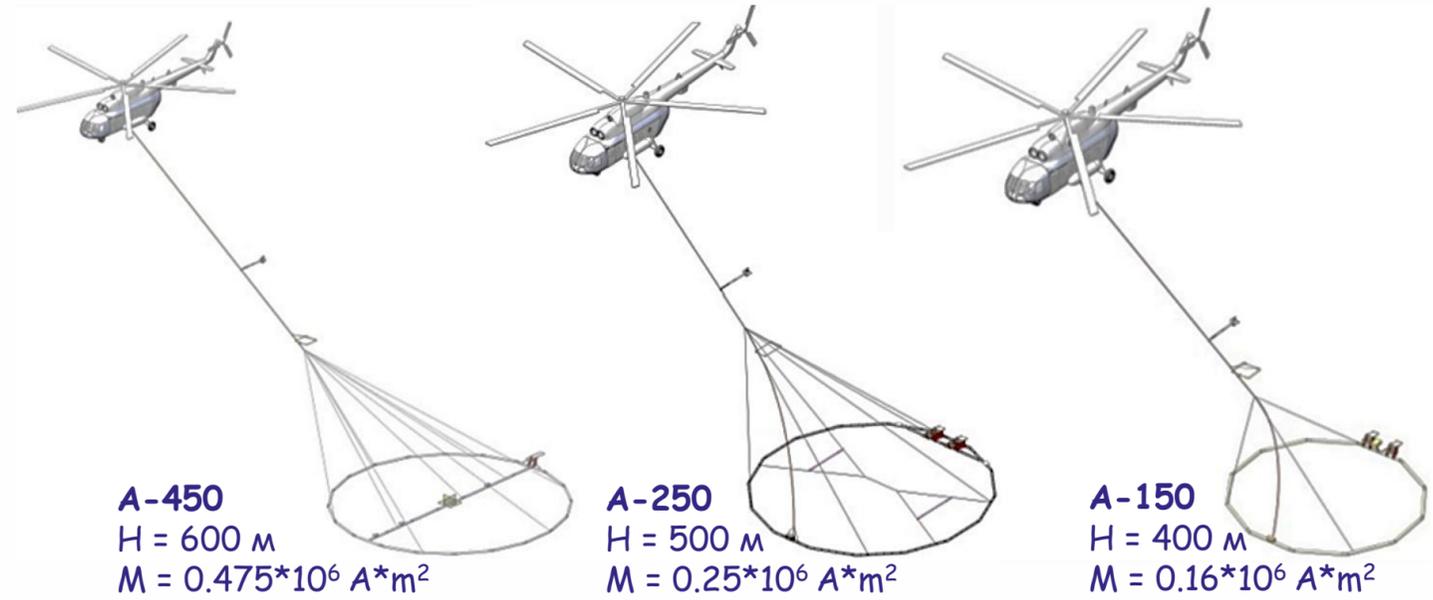


- Введены в эксплуатацию: 7 модификаций вертолетных электроразведочных систем, 4 из которых эксплуатируются и сегодня.
- Разработано и введено в эксплуатацию оборудование для исследования УВС и ТПИ, в т.ч. пилотные образцы индукционного ЭМ-томографа.

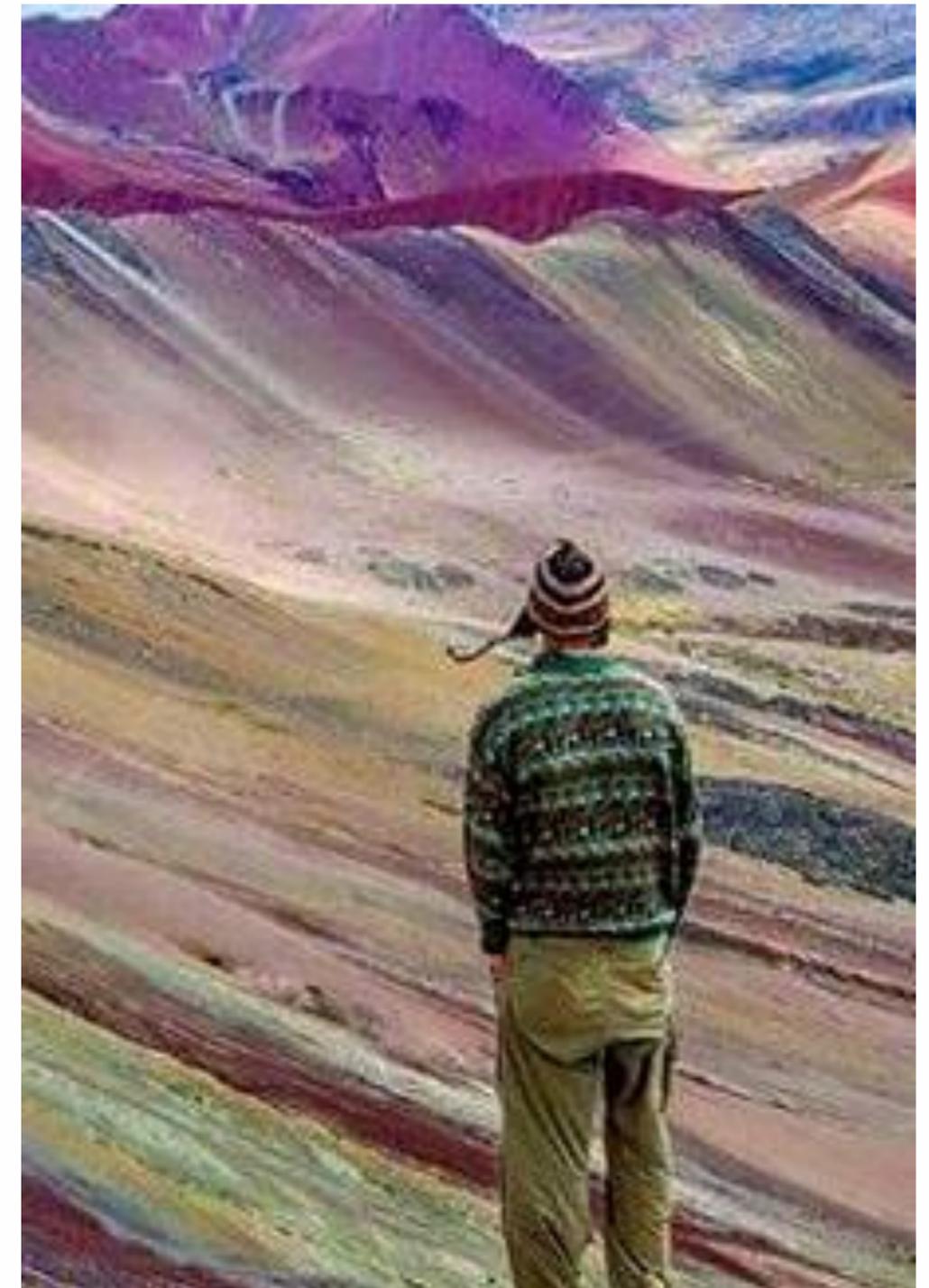
Линейка оборудования собственного производства для ЭМ-исследований методом ПП



Линейка вертолетных электроразведочных систем собственного производства для аэроэлектроразведки



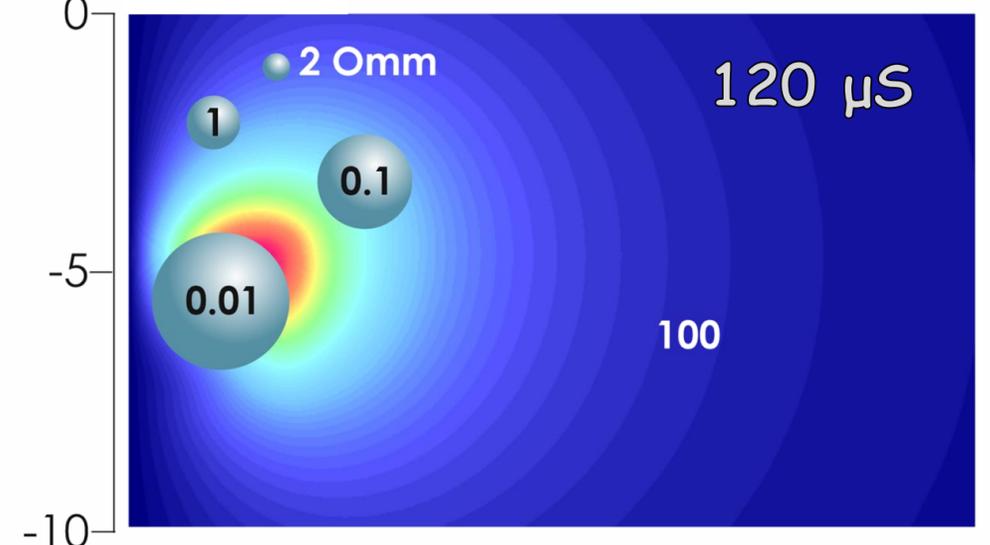
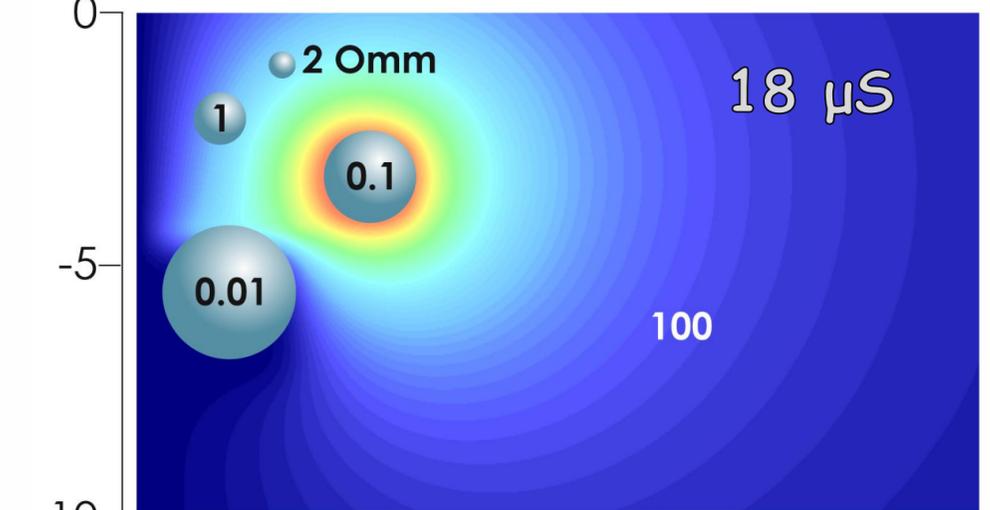
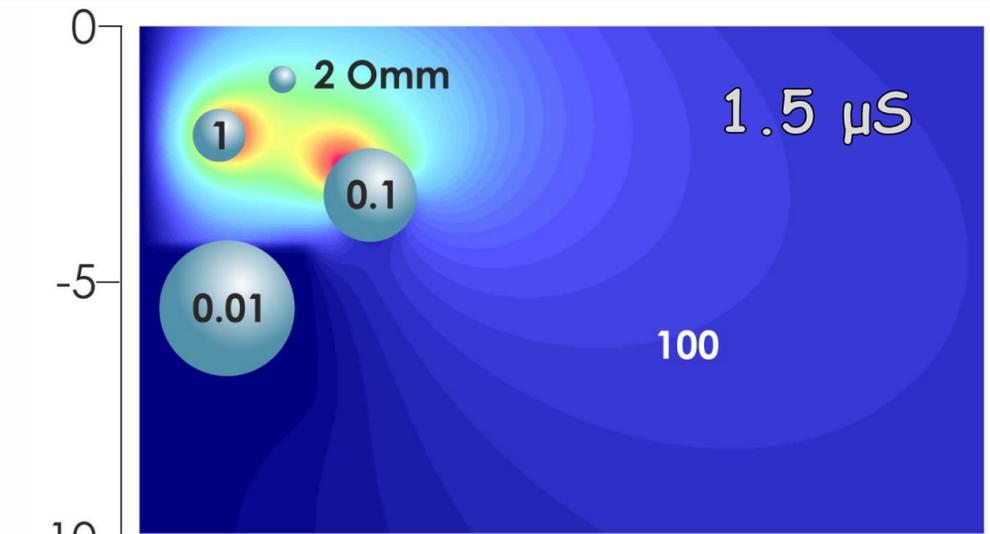
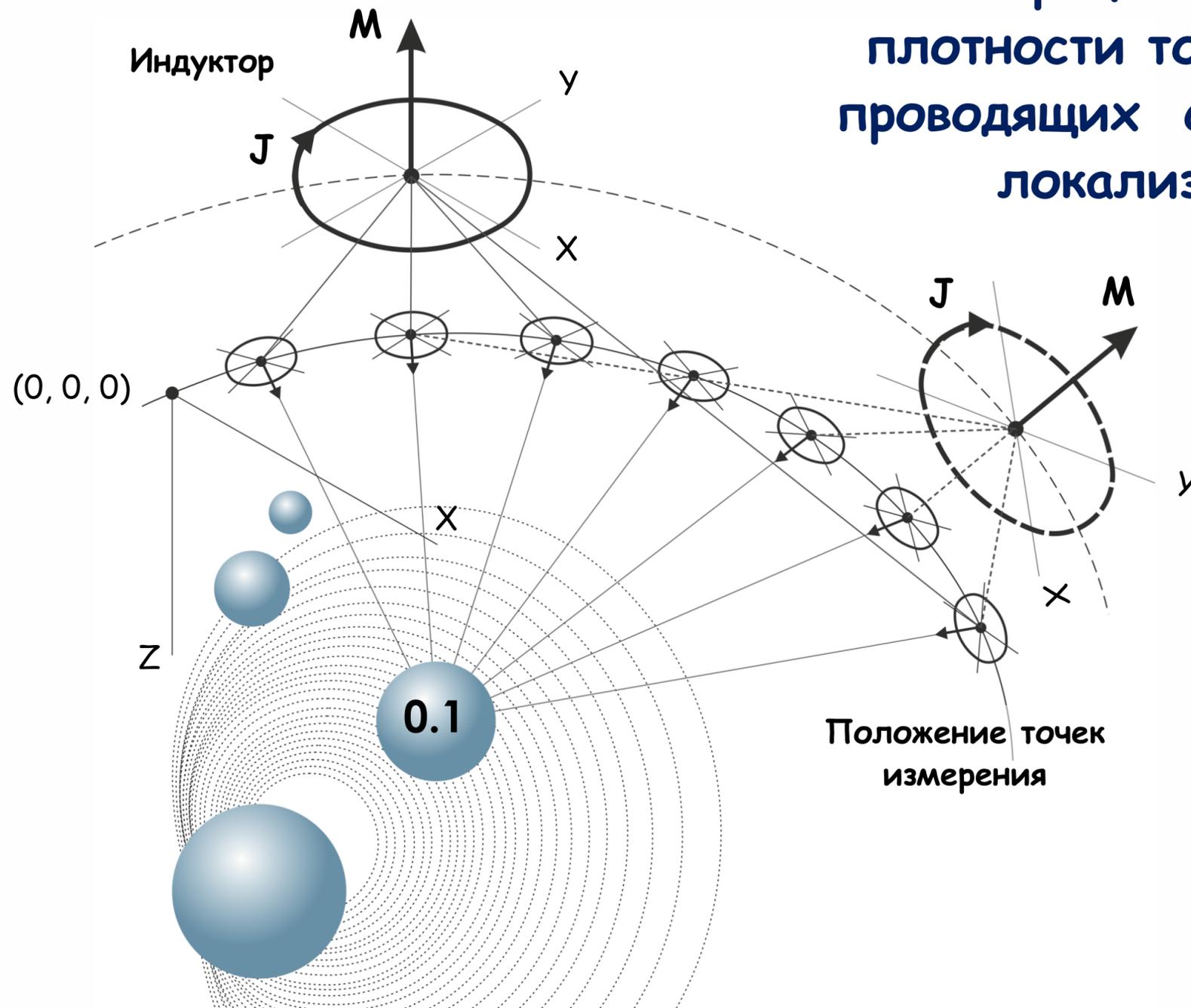
Индукционная томография — это реплика индукционного метода переходных процессов с во временной области. Основана на мультиракурсе системы наблюдений с применением технологии разделения резистивной ρ , поляризационной η мод и локальной трехмерности отклика геол. среды на регулярное импульсное ЭМ-воздействие*



Рассматриваются постановки обратных задач :

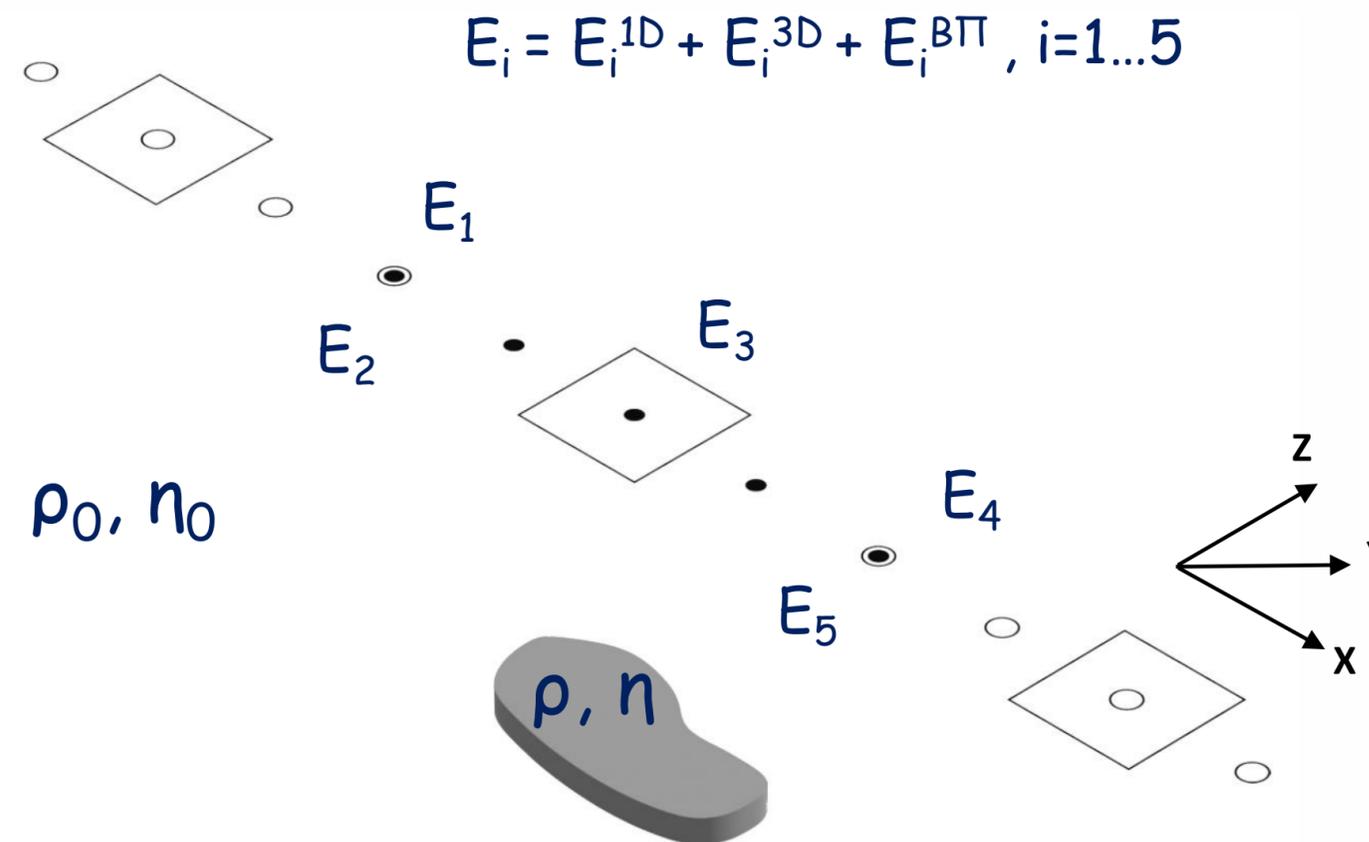
- референтная модель среды
- разделение $\eta, \rho, 3D$

Пространственно-временная миграция максимума плотности токов в области проводящих сфер позволяет локализовать их



Отличительные особенности:

Высокая производительность, прецизионная точность, приемлемая стоимость. Стандартная глубина исследования - 150 м, увеличенная - 300 м. На макс. глубине до 600 м - происходит существенное ухудшение разрешения по IIP-моде, резистивные реконструкции остаются высокого разрешения. Ключевой момент технологии - разделение поляризационной η и резистивной ρ составляющих измеряемого отклика среды, обеспечение высокой пространственной локализации объектов в режиме трехмерной инверсии с получением реалистичной морфологии поисковых объектов.



Хотя бы одна наиболее удаленная от центра индуктора (1) точка измерения (2) совмещается с наиболее удаленной точкой измерения следующего по профилю индуктора. Измеряемый в точках (2) сигнал является функцией пяти переменных и времени:

$$E = E(x, y, z, \rho, \eta, t), \quad (1)$$

где x, y, z отвечают за пространственную локализацию объекта, ρ - сопротивление объекта, η - поляризация.

Коммутаторы тока



КТ-40



КТ-10

Измерители ТП

Основной базовый измеритель томографа - «Импульс Десант-13/24»



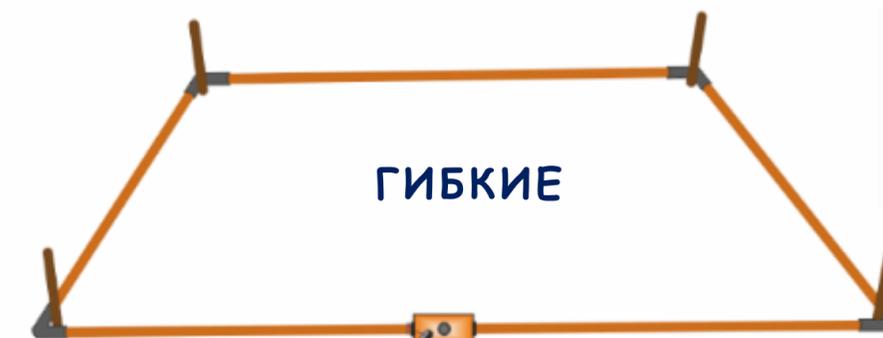
Десант -13\24

Приемные датчики

Поставляются модификации приемных антенн двух типов:



КАРКАСНЫЕ



ГИБКИЕ

Спец. регистратор крутизны тока индуктора



Коммутаторы тока



КТ-200

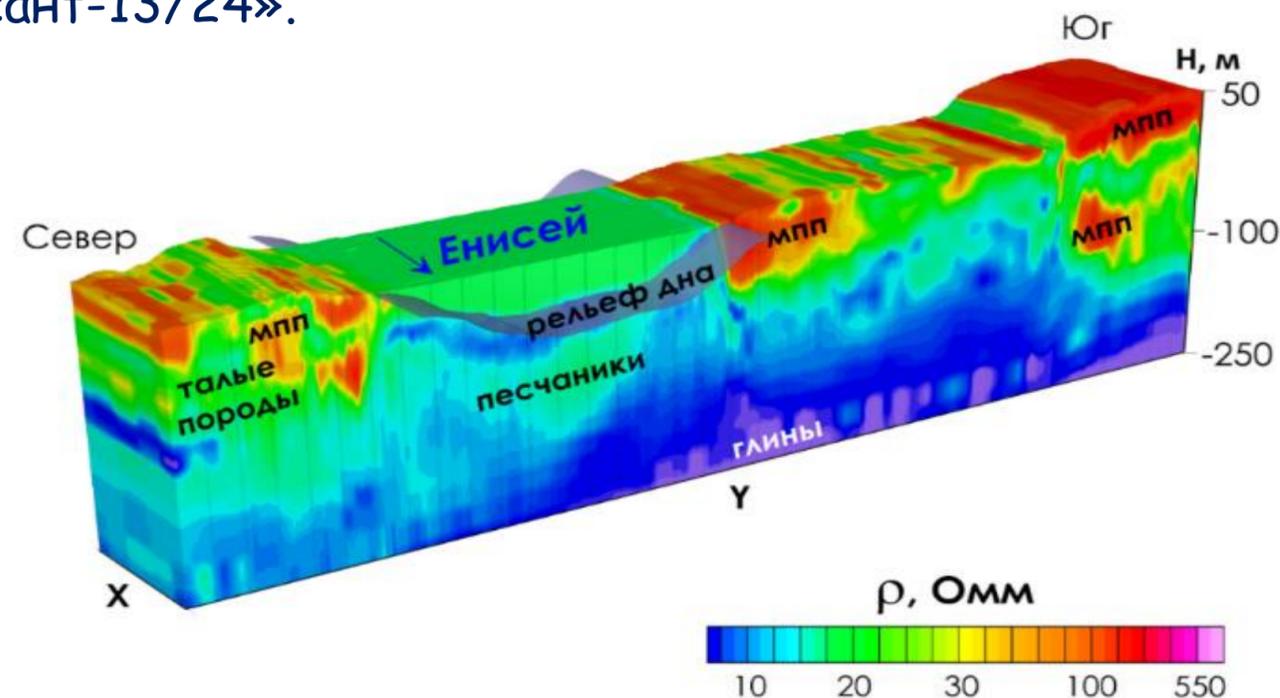
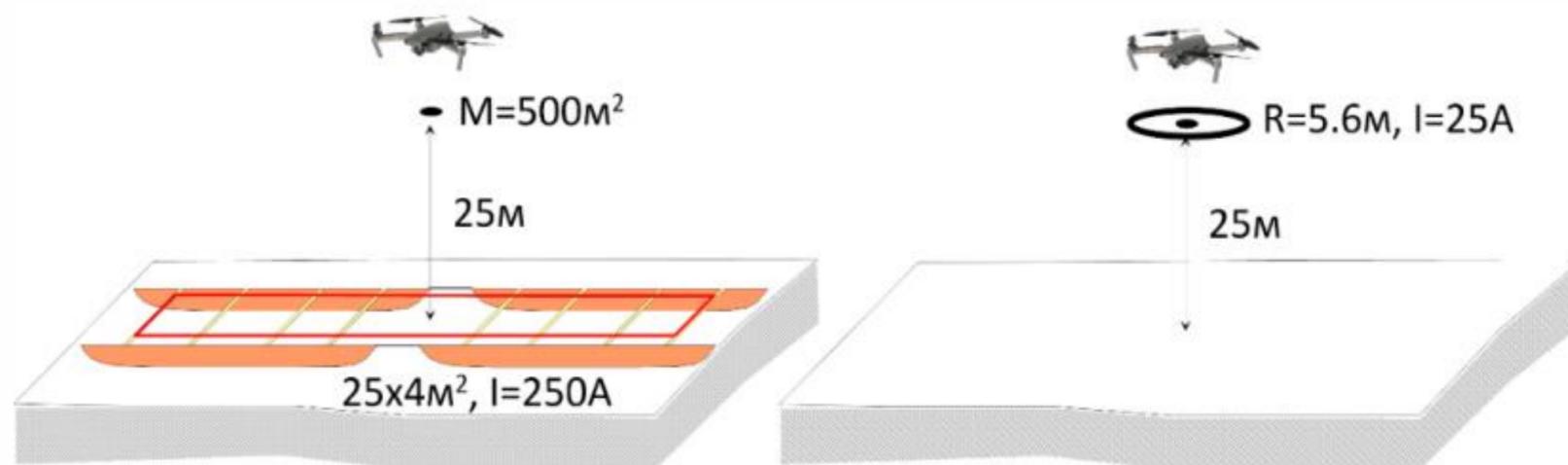
Измерители ПП



«Импульс Десант-13/24».

Перемещаемый во время съемки индуктор

Индуктор - перемещаемая на специальном диэлектрическом каркасе незаземленная Тх петля, (провод ГТМТ - 18 мм², 1-4 витка, питание: 380 \ 27 В , ток 200 А, диаграммы «ток/пауза», мс: 0.2/0.6; 0.5/1.5; 1/3; 2/6; 5/15, V = 5-10 км/час. Перемещение за вездеходом, снегоходом, квадроциклом, либо ручная тяга. Глубина - до 500 м. Измерения отклика среды может выполняться с земли либо с использованием БАС-измерителя.



СКАНЕР ТОМОГРАФА « MAX-MODEL » для съемки в движении

мобильный индуктор $M = 10^4 \text{ Ам}^2$

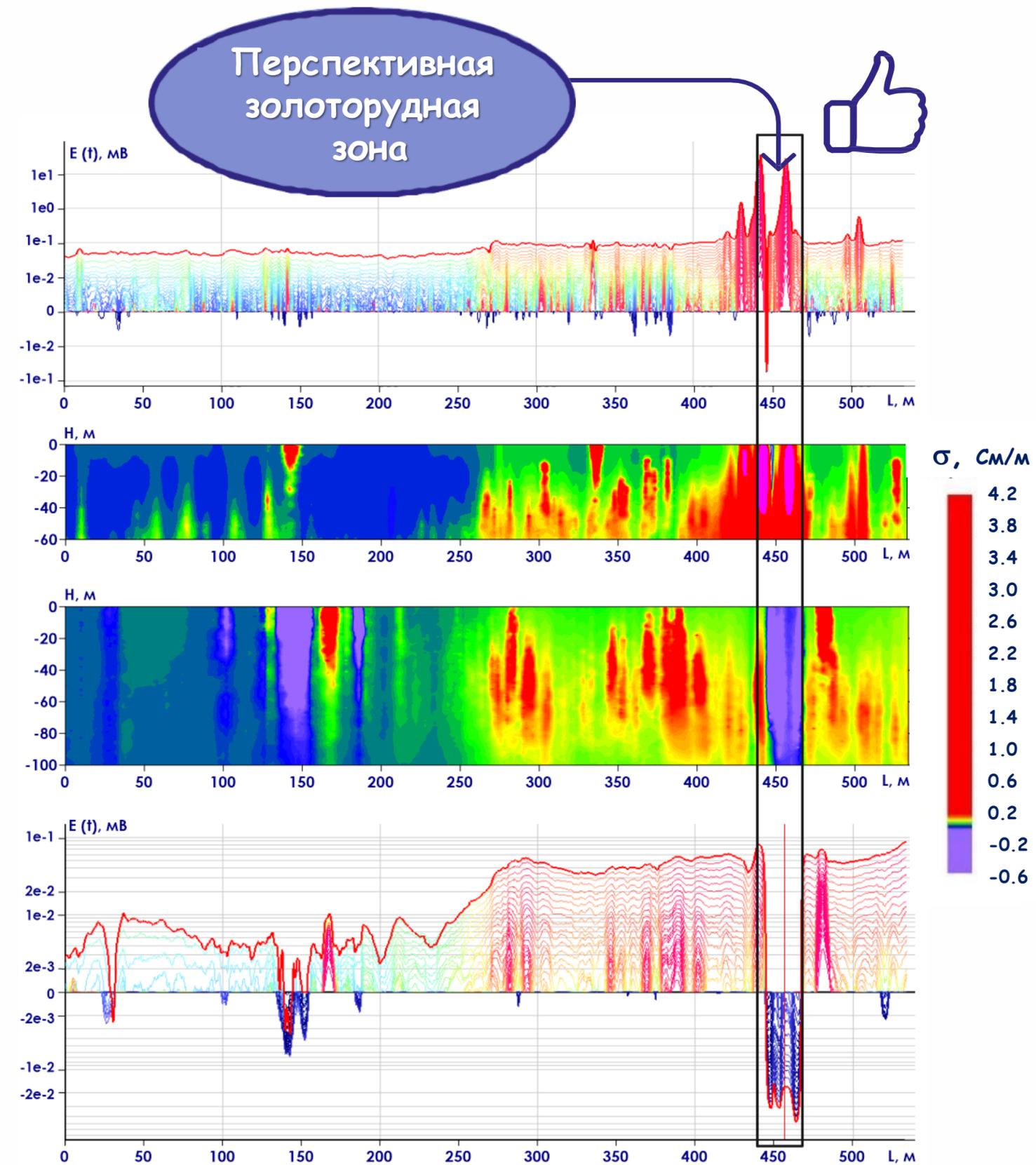


Объект: «Квебек», Канада

Задача: картирование зон рассеянной минерализации

Суммарный момент: $M = 5,7 \cdot 10^5 \text{ A} \cdot \text{м}^4$

Результат: электрограммы и срезы σ_i с горизонтальным разрешением 15 см, локализованы рудные зоны

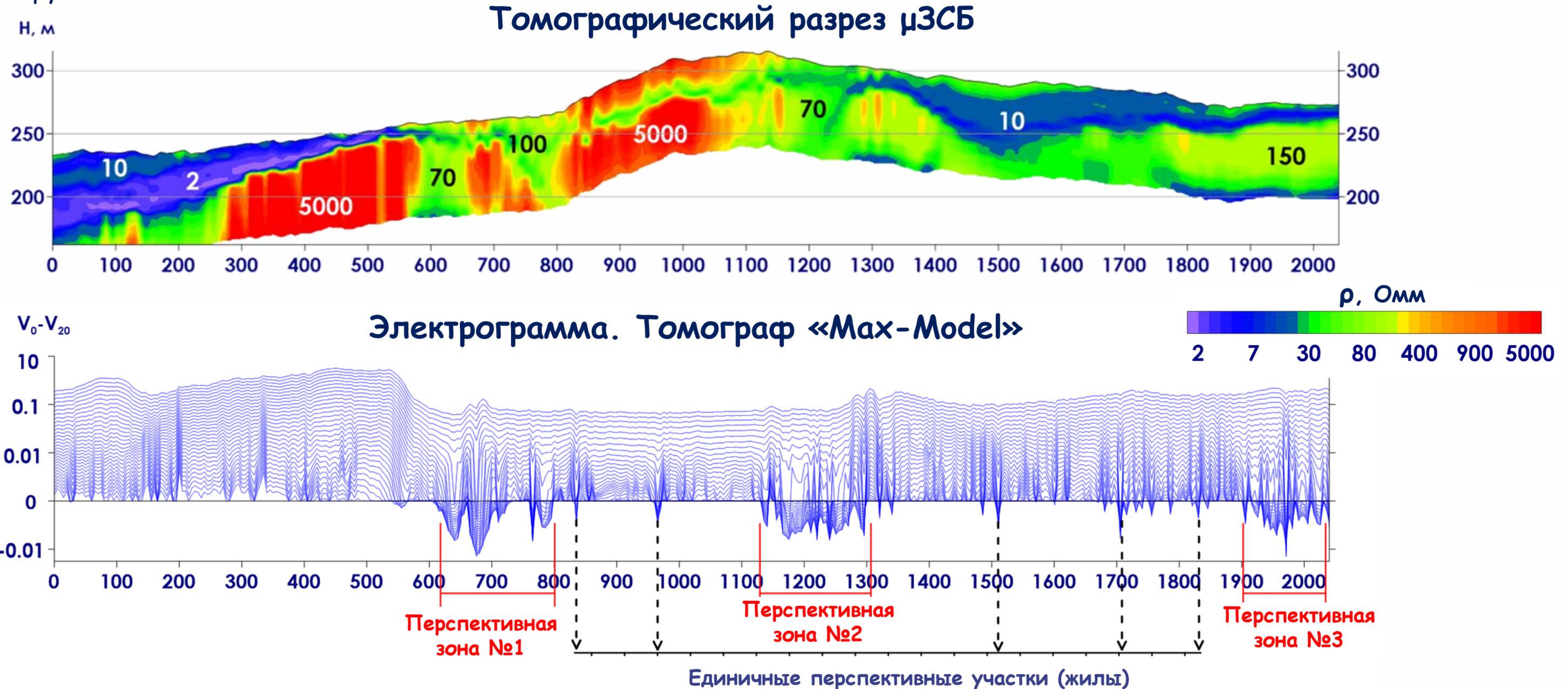


Объект, год : «Джетымтау», Узбекистан

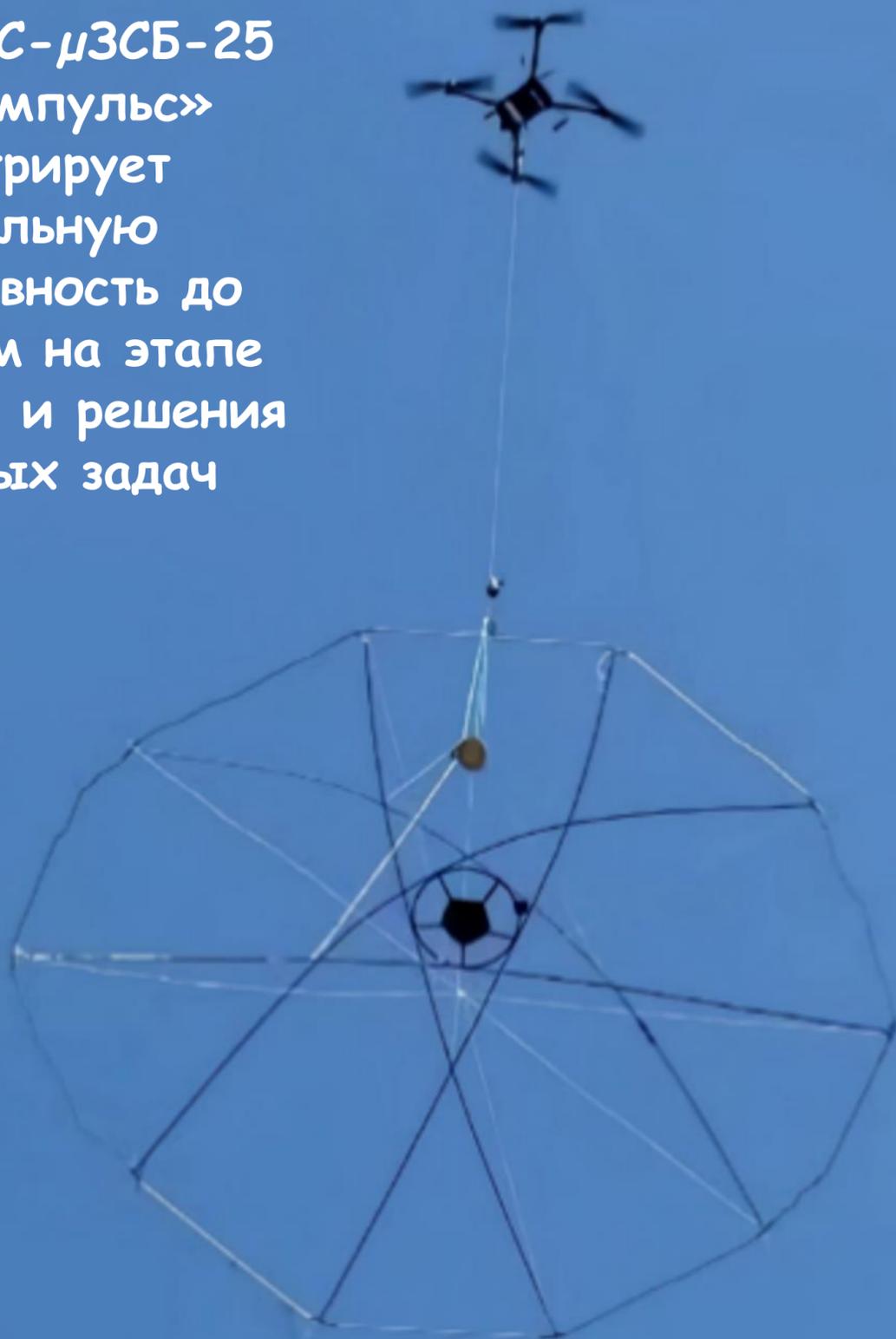
Задача: картирование перспективных зон на обнаружение золото-кварцевых формаций

Суммарный магнитный момент томографа: $M = 1,6 \cdot 10^4 \text{ A} \cdot \text{м}^4$

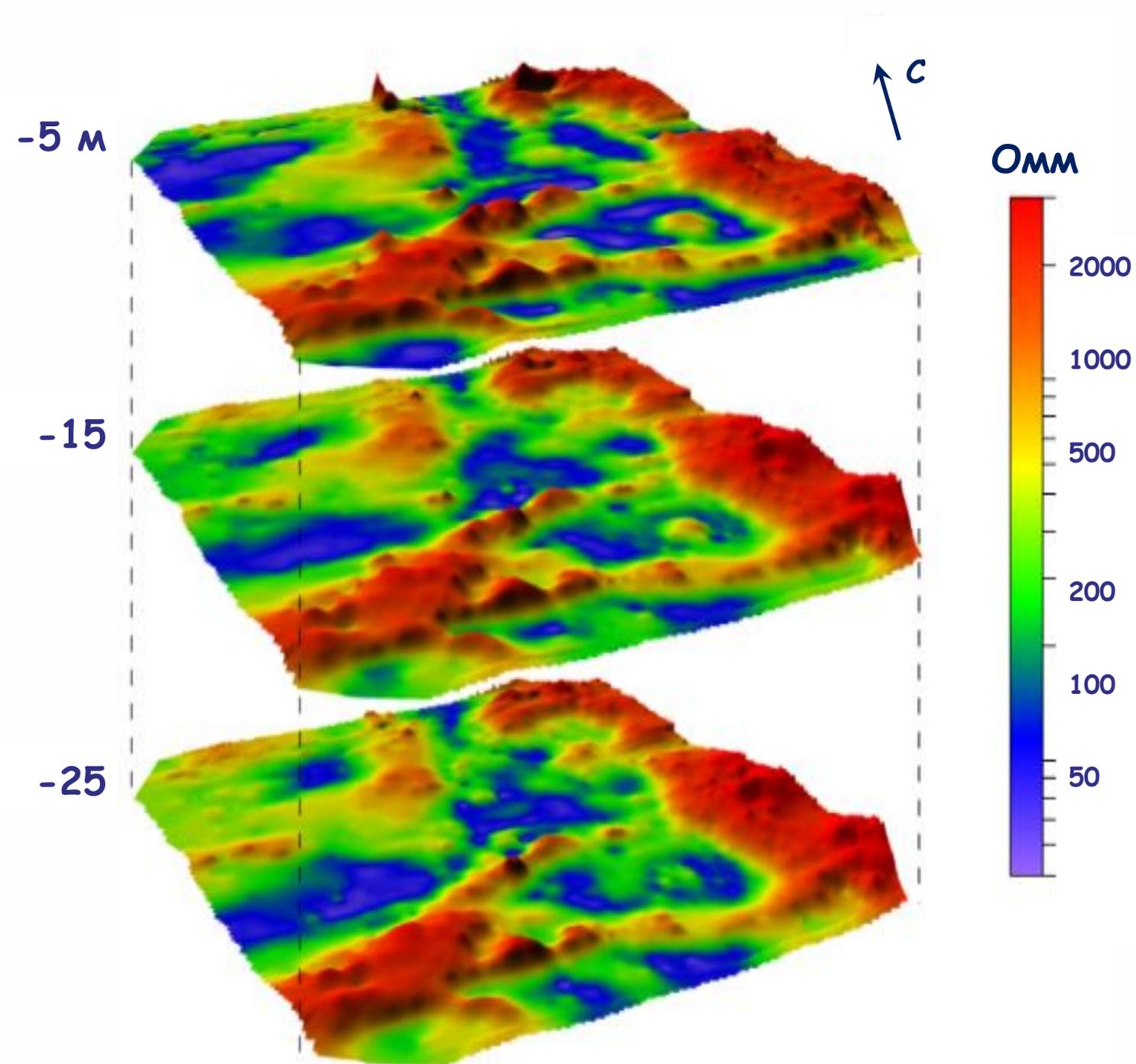
Результат: получены электрограммы и срезы σ_i с горизонтальным разрешением 5 м, локализованы рудные зоны

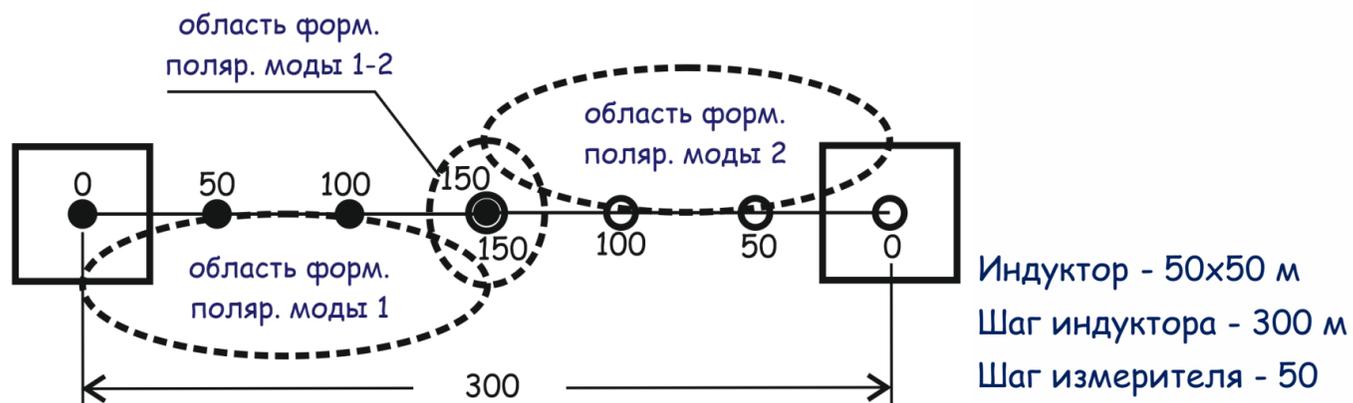


Система БАС-μЗСБ-25
серии «Импульс»
демонстрирует
премиальную
результативность до
глубин 50 м на этапе
поиска ТПИ и решения
инженерных задач

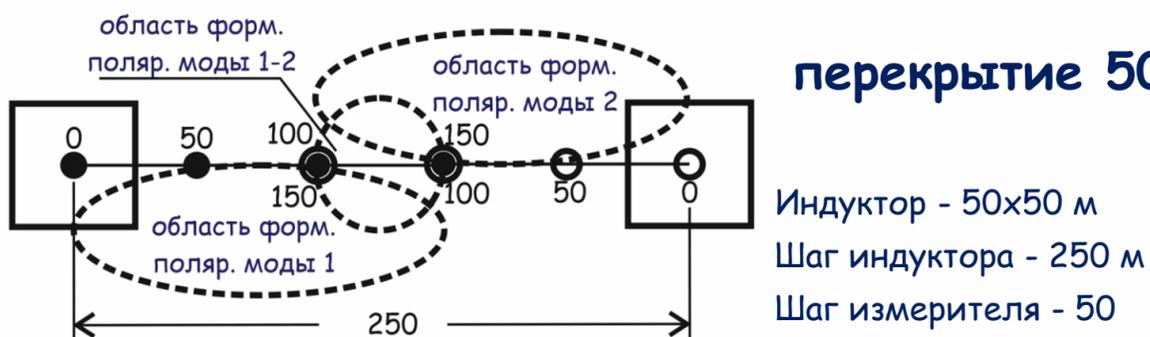


БАС-μЗСБ-25 «воздух-воздух»,
резистивные томо-проекции

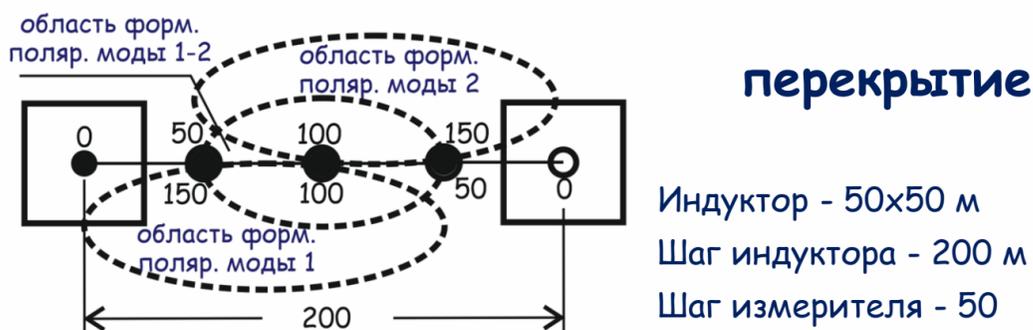




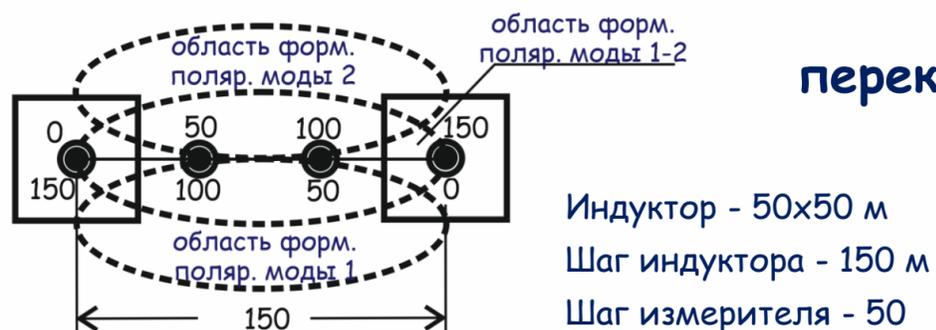
перекрытие 50%



перекрытие 75%



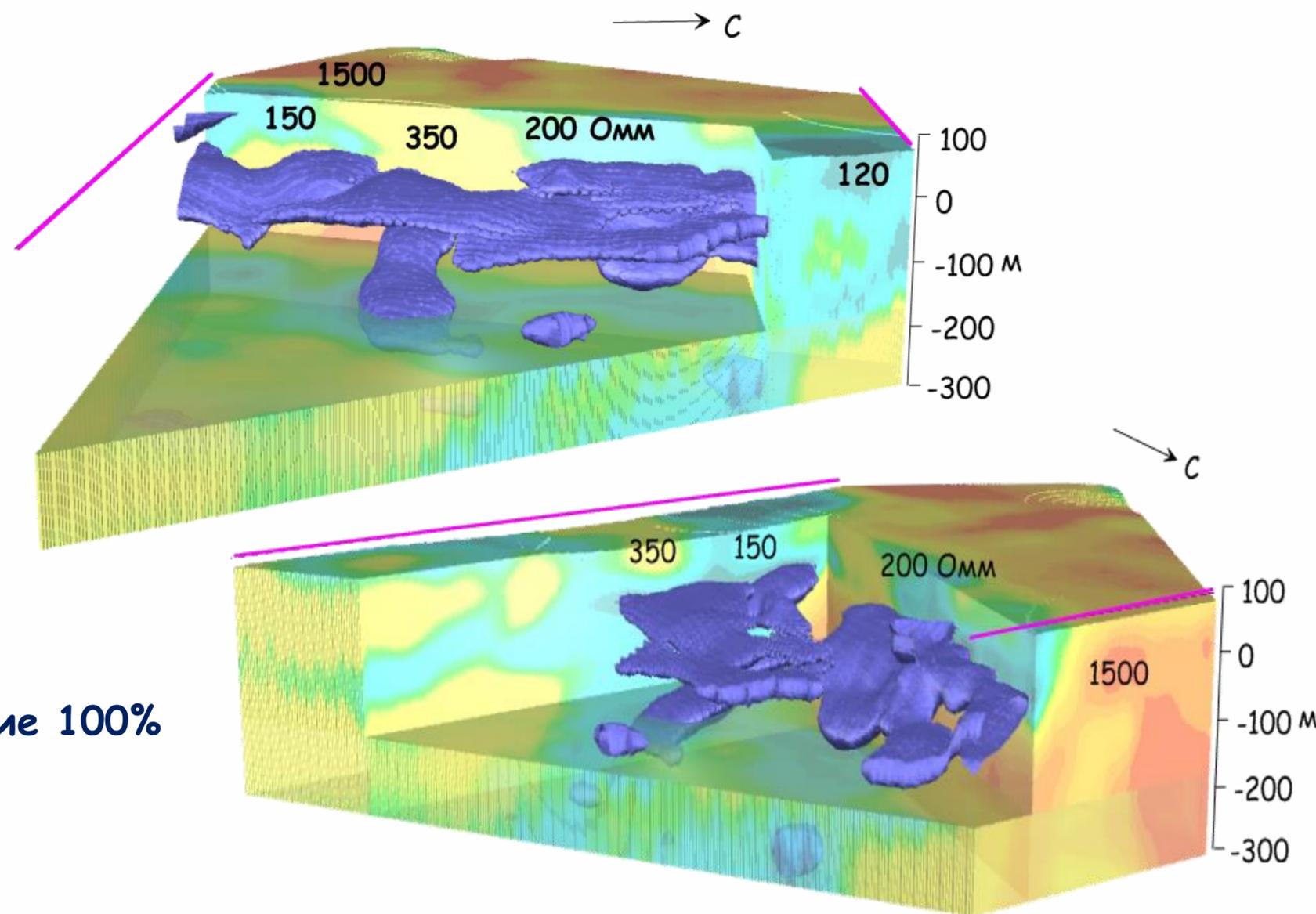
перекрытие 100%

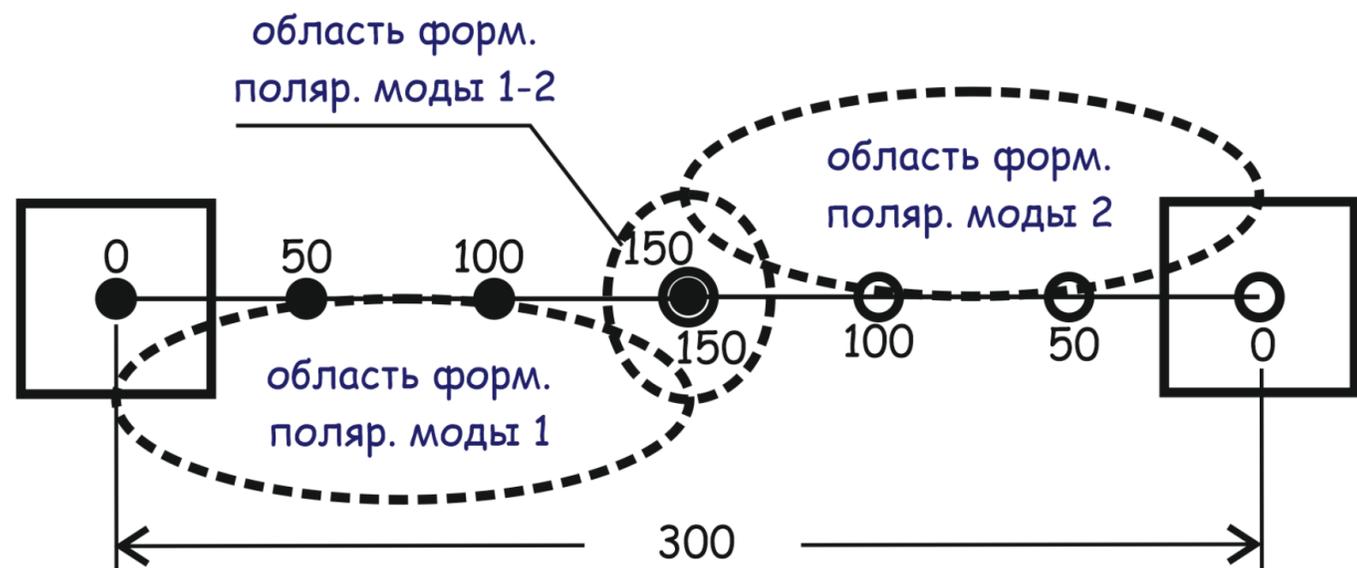


Куб значений резистивной моды И-томографии (два ракурса) с выделением продуктивных горизонтов на уровне $\rho \leq 100$ Омм.

Глубина исследования - 300 м.

Решение рудных задач на Таймыре.



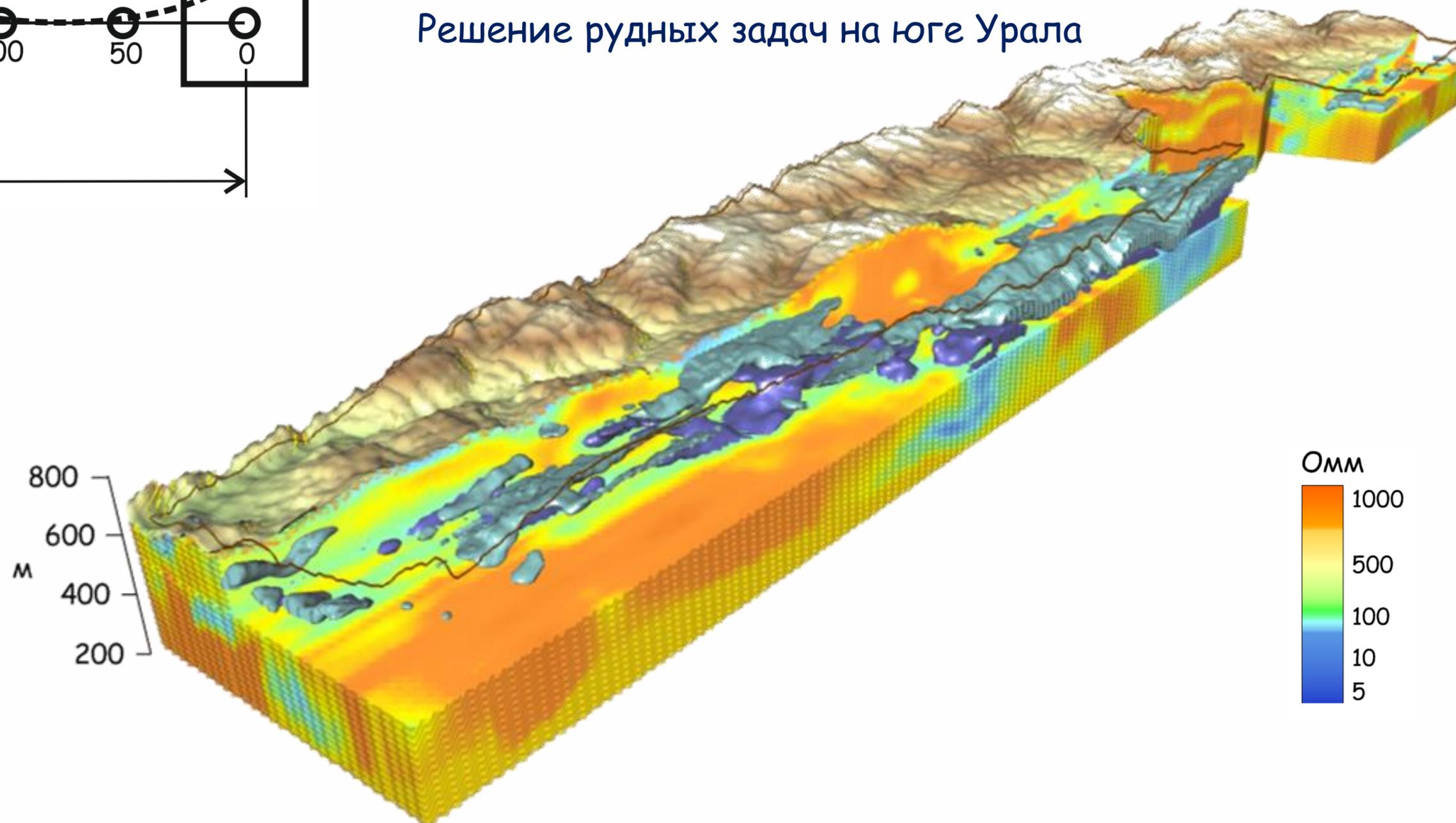


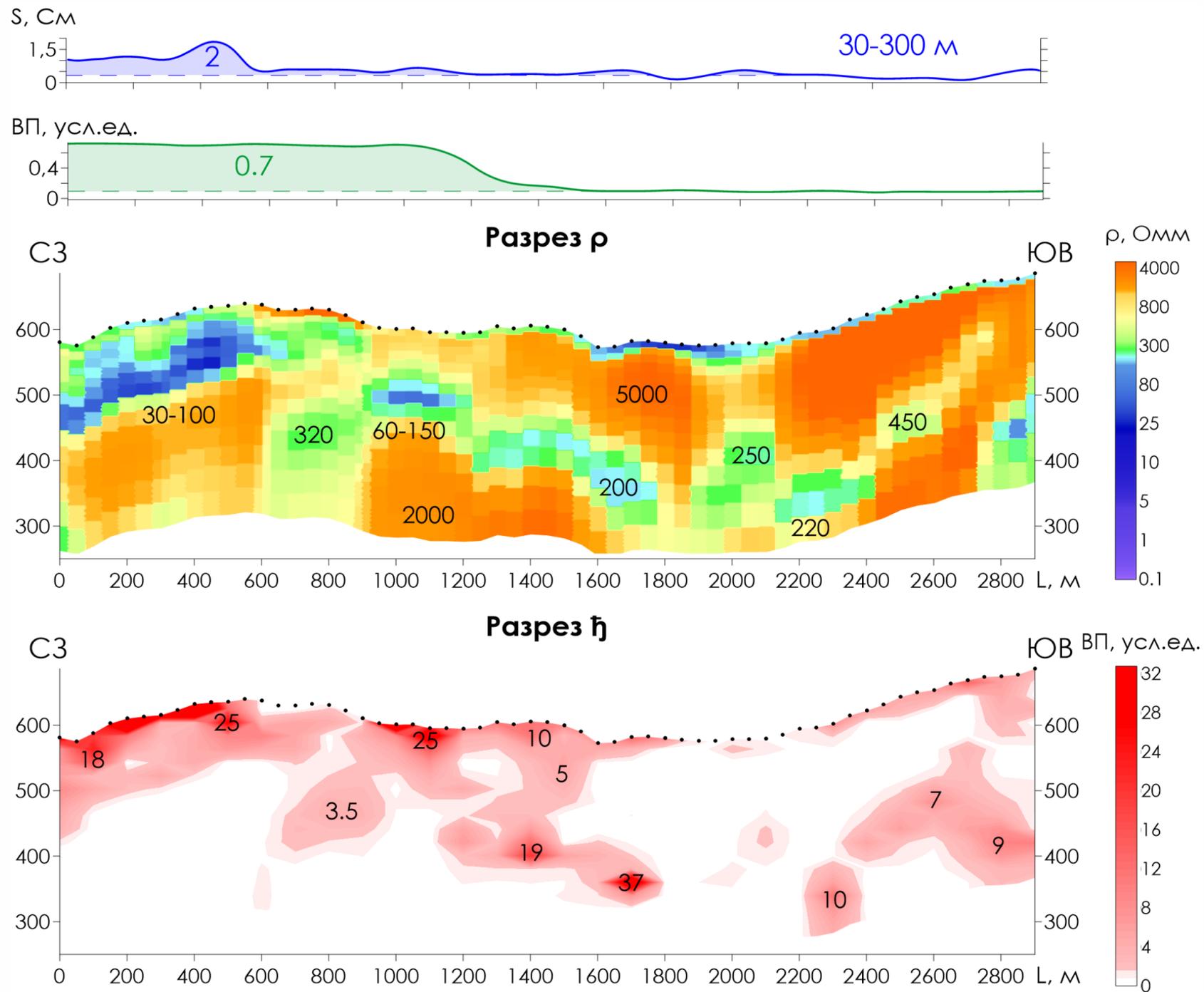
Индуктор - 50x50 м
Шаг индуктора - 300 м
Шаг измерителя - 50

Куб значений резистивной моды И-томографии с выделением продуктивных горизонтов на уровне $30 \leq \rho \leq 100$ Омм.

Глубина исследования - 300 м.

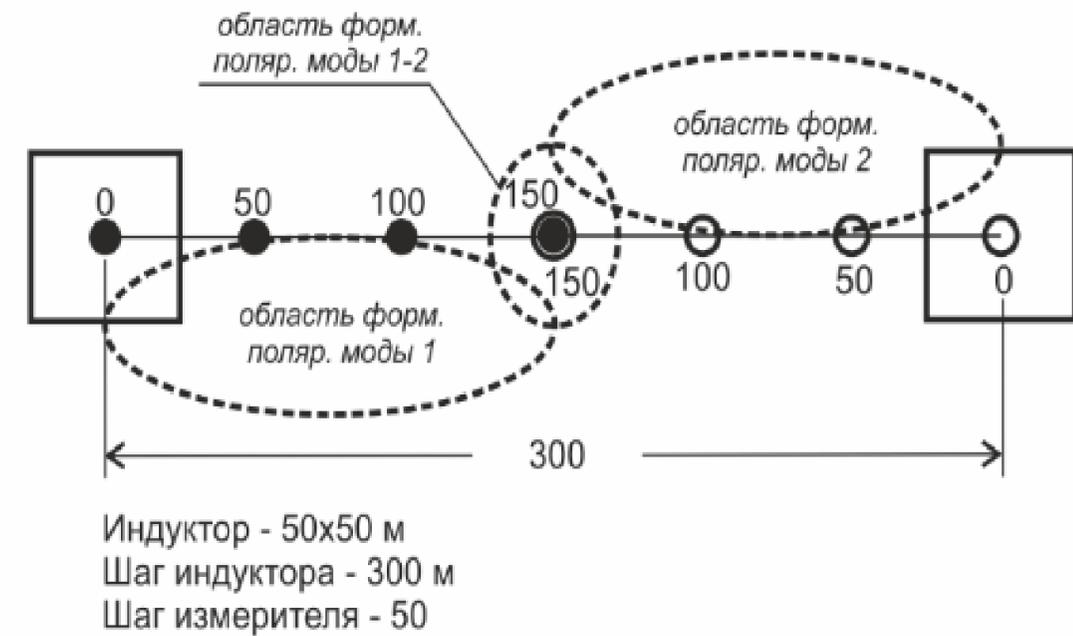
Решение рудных задач на юге Урала





Распределение сопротивления и поляризации в разрезе

Томографические разрезы резистивной составляющей ПП и индукционного ВП
 Глубина исследования - 300 м.
 Решение рудных задач на Таймыре.



И-ТОМОГРАФИЯ С ФИКСАЦИЕЙ ИНДУКТОРА

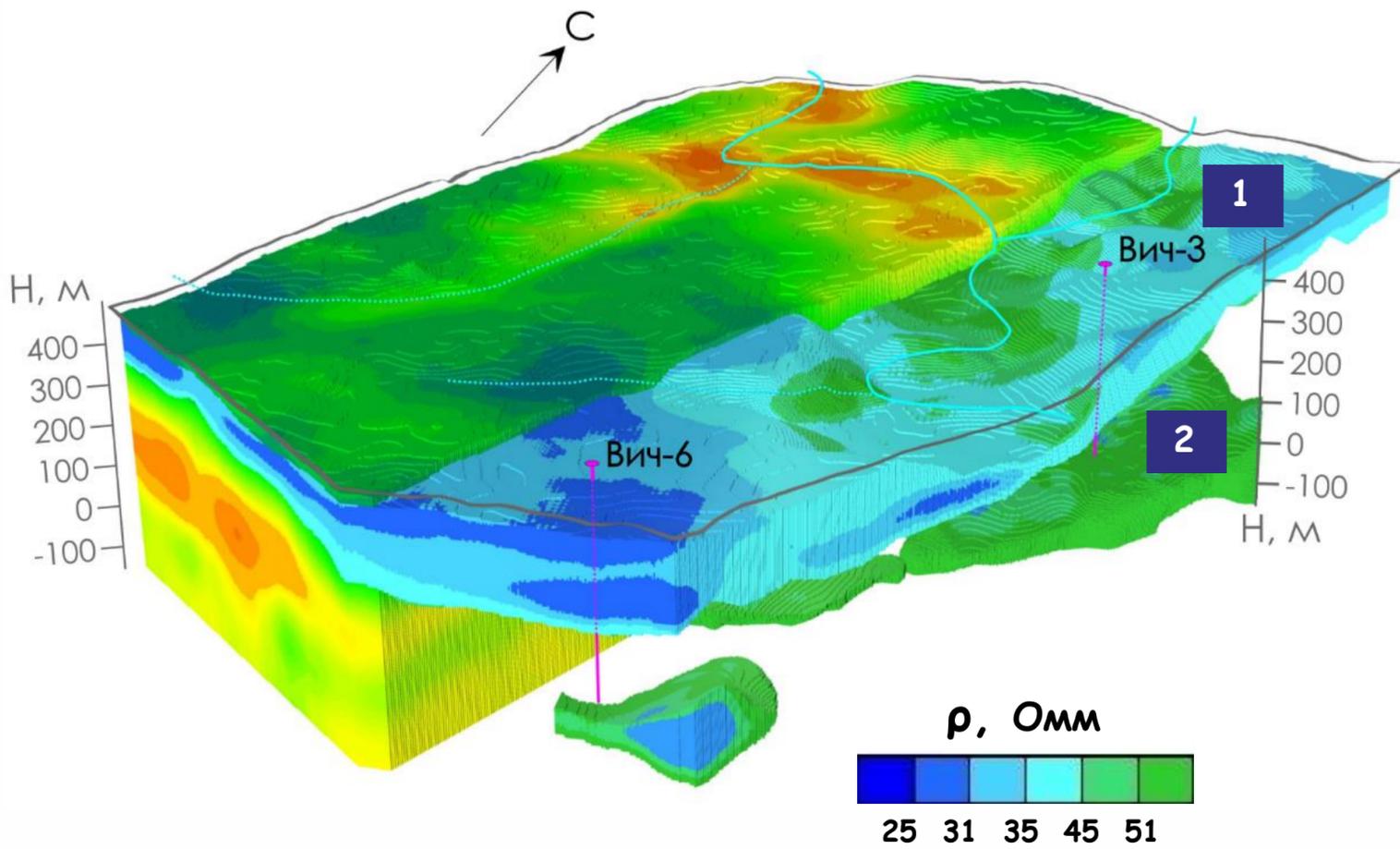
Куб значений ρ - моды с выделением продуктивных горизонтов на уровне $30 \leq \rho \leq 100$ Омм.

Глубинная электромагнитная томография (ИТ) $H = 600$ м:

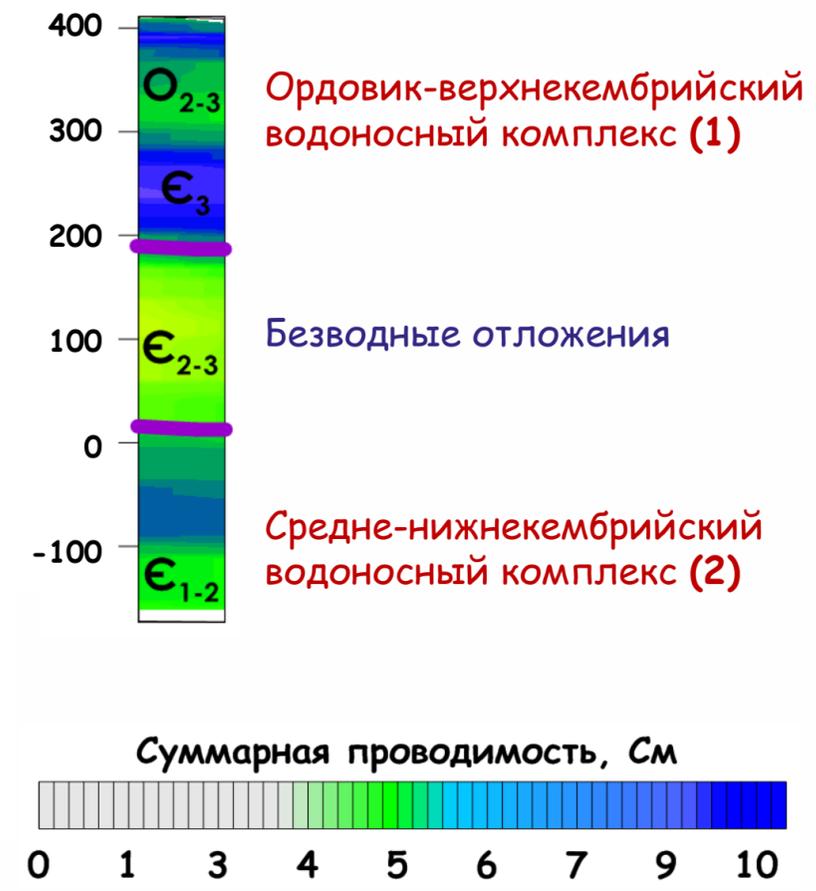
Цель: поиск и обоснование водо-аккумулирующих структур на глубинах до 600 м в Иркутской области.

Результат: получено объемное распределение электрометрических параметров до глубины 600 м. Выделено 2 водоносных комплекса: терригенный ($O-E_3$) и терригенно-осадочный (E_{1-2}). Оценены дебиты ордовик-верхнекембрийского водоносного комплекса

Заверка бурением: эффективность методики 87% подтверждена результатами бурения 17 гидрогеологических скважин с дебитами до 578 м³/сут.



Геоэлектрическая позиция комплексов



ОЦЕНКА ЦЕЛЕВОГО РЫНКА

ТОП-ЗАКАЗЧИКИ

Объем российского рынка и ближнего зарубежья 2021-2023 г. для малоглубинной электроразведки
1 млрд. рублей

ОСНОВНЫЕ ОТРАСЛИ

НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩАЯ

ИССЛЕДОВАНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ, ГАЗОХРАНИЛИЩ И Т.П.

ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ,
300 млн



ДОБЫВАЮЩАЯ

ПОИСК ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ, АЛМАЗОВ, ИССЛЕДОВАНИЯ НА ГОКах

ТПИ,
500 млн



ВОДОСНАБЖЕНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

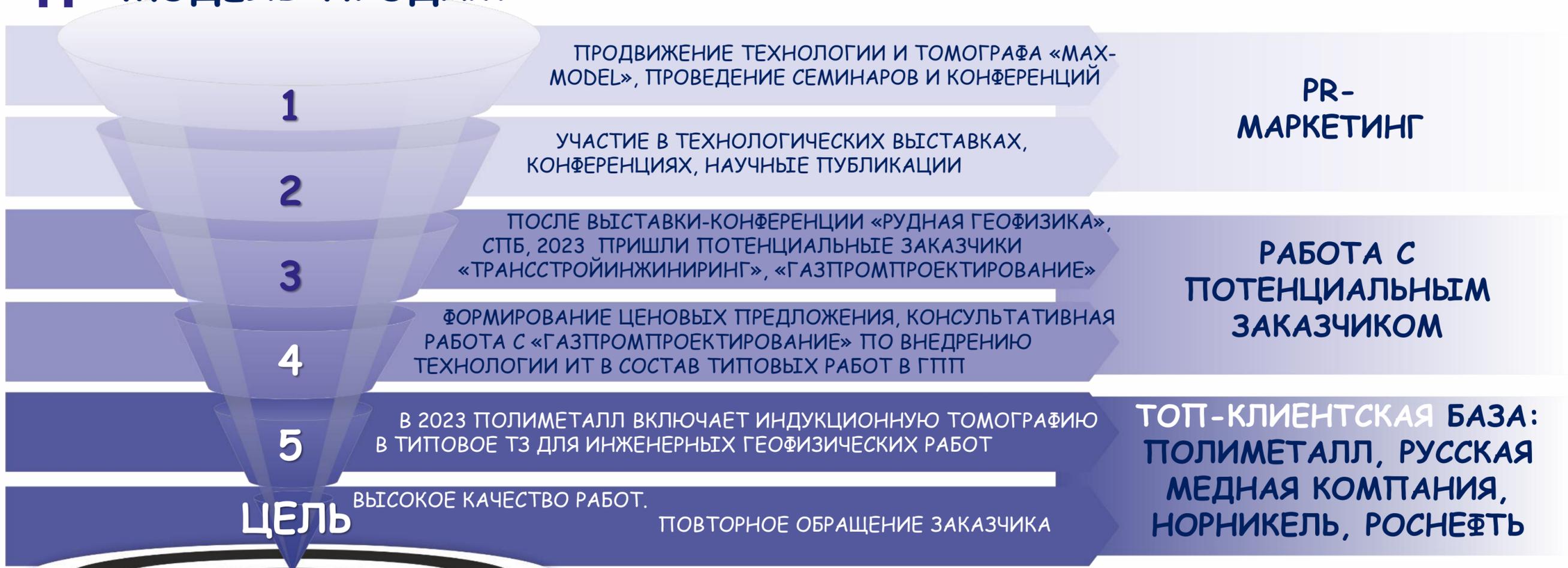
ПОИСКИ ВОДЫ ДЛЯ ПИТЬЕВЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ НУЖД

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ,
200 млн



Конструктивные особенности технологии индукционной томографии позволяют выполнять работы во всех регионах России круглогодично. Кроме того, установившийся в течение последнего времени «повышенный» спрос на ЭМ-разведку со стороны отечественных потребителей (Заказчиков), позволяет прогнозировать большую привлекательность индукционной томографии с использованием MAX-MODEL.

МОДЕЛЬ ПРОДАЖ



Срок заключения сделки: от 3 до 6 месяцев



Проект:
Средняя стоимость: 20 млн.руб
Средняя длительность: 4-6 месяцев



Доля АО «ЕМ-РАЗВЕДКА» в российском рынке за 2021-2023 гг. порядка 50 млн.руб.



Потенциал по замещению конкурентов в отрасли с использованием технологии индукционной томографии с оборудованием MAX-MODEL до 25-30 %. Ожидаемая прибыль к 2027 году 300 млн.руб.



ИНДУКЦИОННАЯ ТОМОГРАФИЯ

Применена двухсторонняя система наблюдений при удалении R от центра индуктора на проектную глубину (H) с регуляризацией $R \leq 5L$, где L - сторона индуктора. Детальность регулируется параметром перекрытия от 0 до 100% для разделения ВТТ и сопротивления.

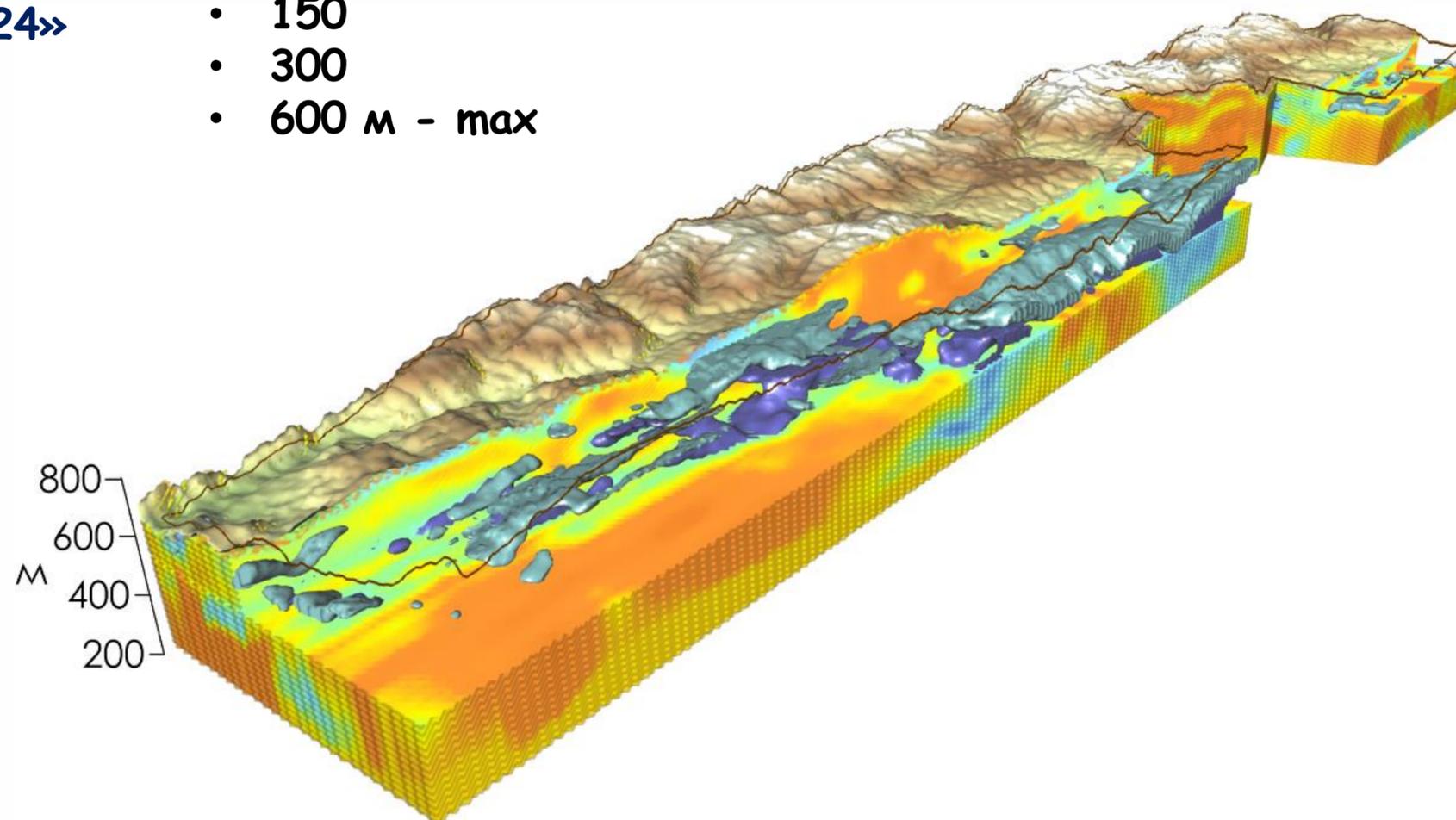
Телеметрическое оборудование серии «Импульс-Десант-24»



Работает на курумниках, скалистых горных массивах, зонах ММПТ, горном рельефе, болотах.

Глубина исследований:

- 150
- 300
- 600 м - max





**Тригубович
Георгий Михайлович**

Геофизик
профессор,
доктор технических наук

Опыт:
до 2017: зам. директора ФГУП
«СНИИГГиМС», г.н.с.
до 2020: директор департамента
по аэрогеофизике и
инновационным
несейсмическим методам в
АО «Росгеология»
наст. время: директор по
геофизике
АО «ЕМ-РАЗВЕДКА»

Автор более **25 патентов** на
технические изобретения
в области **ЭМ-разведки**

Роль в проекте:
автор проекта «**MAX-MODEL**»



**Филатов
Владимир Викторович**

Математик
профессор, доктор физико-
математических наук, с.н.с.

Опыт:
наст. время:

- Преподаватель НГТУ,
математический анализ
- Научный консультант
АО «ЕМ-РАЗВЕДКА»

Автор и соавтор более **7
патентов** на технические
изобретения
в области **ЭМ-разведки**

Роль в проекте:
научное сопровождение



**Чернышев
Антон Владимирович**

Математик
Кандидат технических наук

Опыт:
до 2017: зав. лабораторией
обработки и интерпретации ЭМ-
данных ФГУП «СНИИГГиМС», с.н.с.
наст. время:
зав. лабораторией обработки и
интерпретации ЭМ-данных
АО «ЕМ-РАЗВЕДКА»

Соавтор **5 патентов** на
технические изобретения
в области **ЭМ-разведки**

Роль в проекте:
разработка ПМО для обработки
ЭМ-данных, обработка **ЭМ-
данных.**



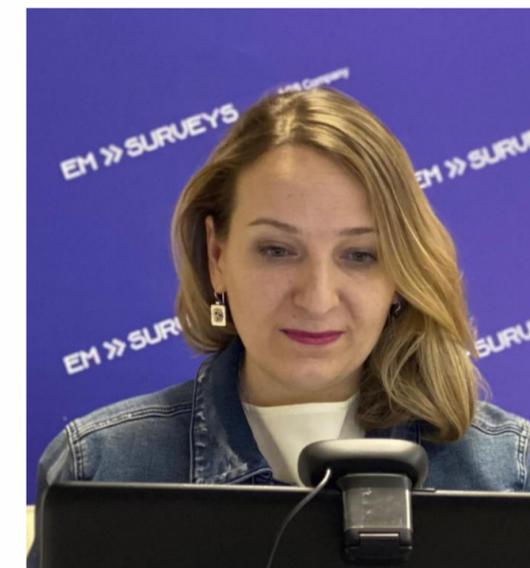
**Куклин
Александр Владимирович**

Математик

Опыт:
до 2017: ведущий инженер
лаборатории обработки и
интерпретации ЭМ-данных
ФГУП «СНИИГГиМС»
наст. время:
ведущий инженер
лаборатории обработки и
интерпретации ЭМ-данных
АО «ЕМ-РАЗВЕДКА»

Соавтор **3 патентов** на
технические изобретения
в области **ЭМ-разведки**

Роль в проекте:
техническое сопровождение,
обработка **ЭМ-данных.**



**Белая Анастасия
Александровна**

Математик
Кандидат технических наук

Опыт:
до 2020: зав. лабораторией
математического
моделирования ФГУП
«СНИИГГиМС»
наст. время зав. лабораторией
математического
моделирования АО «ЕМ-
РАЗВЕДКА»

Соавтор **5 патентов** на
технические изобретения
в области **ЭМ-разведки**

Роль в проекте:
PR-сопровождение, обработка
и интерпретация **ЭМ-данных.**

ЧИСЛЕННОСТЬ КОМПАНИИ АО «ЕМ-РАЗВЕДКА»: 25 СОТРУДНИКОВ

ДОРОЖНАЯ КАРТА 2023-2027



ПОЧЕМУ СКОЛКОВО?

БИЗНЕС



Инвестиционная площадка для развития проекта, мягкий налоговый льготный режим

УСПЕХ



Внедрение технологии в реальный сектор экономики, бизнес-социализация, поиск стратегических партнеров

Доказательство значимости инновационных технологий отечественного производства

ИННОВАЦИИ



ИННОВАЦИИ
ТОП-ЗАКАЗЧИКИ

ПРОДВИЖЕНИЕ

БИЗНЕС

УСПЕХ

Работа с крупными Заказчиками при содействии СКОЛКОВО

ТОП-ЗАКАЗЧИКИ



Возможности для PR-продвижения проекта «MAX-MODEL». Бренд СКОЛКОВО - как подтверждение качества технологии.

ПРОДВИЖЕНИЕ



ПАТЕНТЫ

15

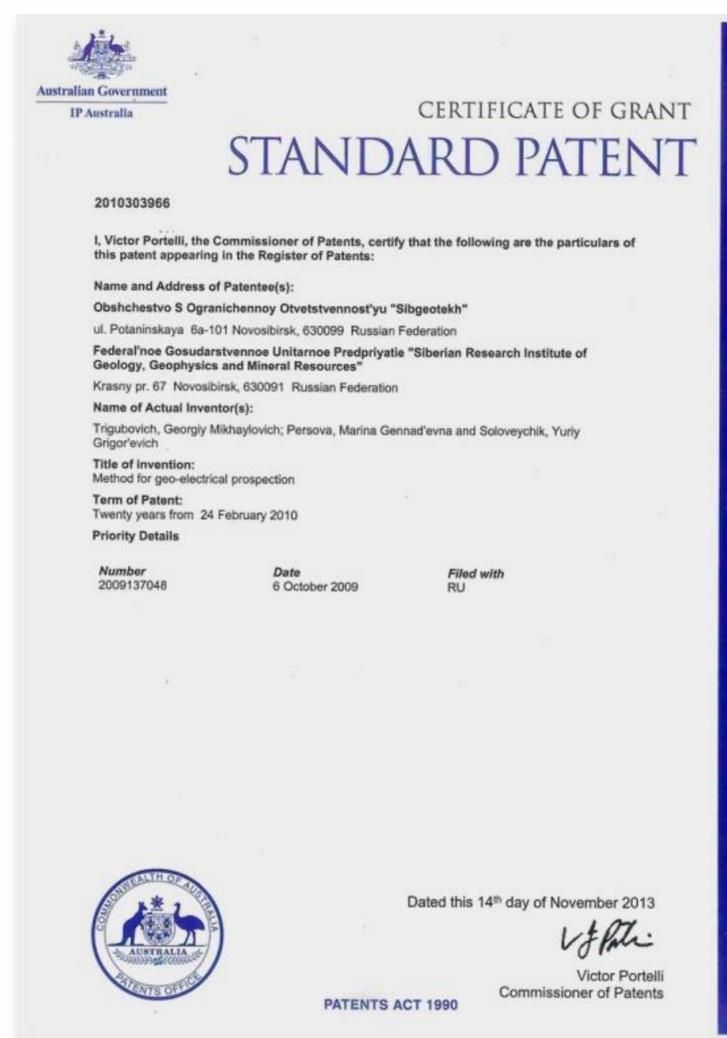
патентов в России, Канаде, Австралии

3

собственных программных комплекса

3

товарных знака



БЛАГОДАРИМ ЗА ВНИМАНИЕ!

КОНКУРЕНТНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

Индукционная томография μ ЗСБ по производительности и разрешающей способности выгодно отличается от существующих аналогов, которые ориентированы на модификации метода сопротивлений, измерения с многоэлектродными установками), что существенно снижает производительность работ.

Параметры	Индукционная томография	Электротомография
Размер установки, м×м	2 × 2 - 25 × 5	от 360 м в длину (при использовании 3-х электродной установки организуется бесконечность длиной более 800 м)
Типовой состав бригады, чел	3	5
Средняя производительность работ, пог.км./день	25	5
Стоимость оборудования	от 3 млн. руб. (в ценах 2022 года)	от 5 млн. руб. (в ценах 2018 года)
Стоимость работ, руб за пог.км	50 000 - 100 000	150 000 - 250 000
Результатирующее разрешение	