



Аэрогеофизика для решения рудных задач.

Аннотация

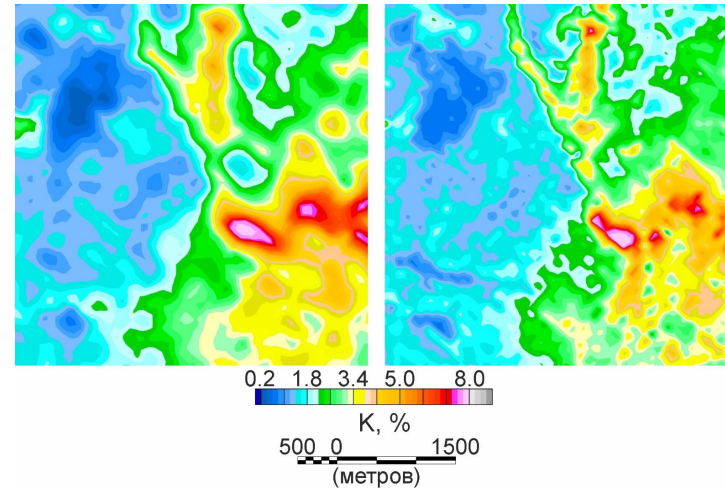
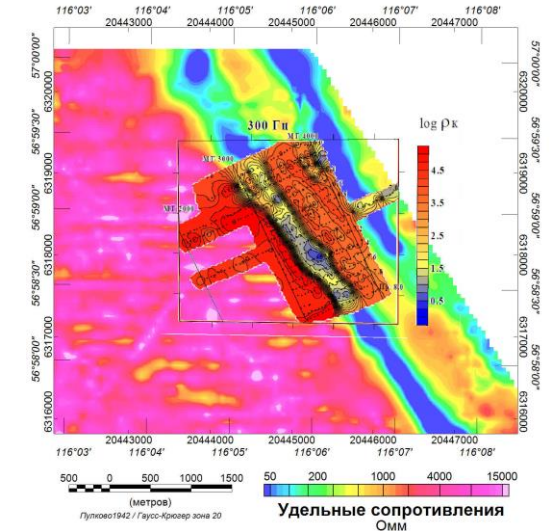
История создания и основные выполненные объекты

Технические и конструктивные особенности
аэрогеофизического комплекса ЭКВАТОР

Сопоставление информативности геофизических
методов в наземном и аэро вариантах

Практические результаты использования
комплекса ЭКВАТОР при поисках рудных
месторождений

Выводы и рекомендации



История появления системы ЭКВАТОР

2005 год — образование компании Геотехнологии

2006-2007 годы — создание вертолетного варианта ДИП — EM4H

2009 год — разработка системы ЭКВАТОР

2010 год — первый полет системы ЭКВАТОР



Системы ЭКВАТОР в работе

1. Уточнение контуров (ЭР, Маг) медно-порфирового месторождения Ак-Суг и полиметаллического месторождения Ергожу в Алтае-Саянской складчатой области (3200 пог. км, 1:25000, 2010 г.), а также поиск медно-никелевых месторождений в Халильском и Норильском рудных узлах (2500 пог. км, 1:25000, 2015 г.);

2. Поиск кимберлитов (ЭР, Маг) на Зимнем берегу Белого моря (2000 пог. км, 1:5000, 2010 г.) и в пределах Мало-Ботуобинского и Далдыно-Алакитского районов Якутской алмазоносной провинции (3200 пог. км, 1:5000, 2014 г.) в условиях платформенного чехла;

3. Поиск кимберлитов (ЭР, Маг) в республике Ангола (28000 пог. км, 1:10000, 2013 г.) в AR-PR породах кристаллического щита, открыто 14 новых кимберлитовых тел, в том числе алмазоносных, максимальный вес обнаруженного алмаза составляет 6 карат;



Системы ЭКВАТОР в работе

2015



4. Решение гидрогеологических задач (ЭР, Маг) в области развития многолетнемерзлых пород (2014-15 гг.), обнаружена свободная вода для нужд глубокого бурения на нефть;

5. Комплексная съемка (ЭР, Маг, ГС) в зоне Центрально-Африканского разлома (58000 пог. км, 1:50000, 2016-17 гг.), открытие медно-никелевого рудопроявления на глубине 98 м.

6. Комплексная съемка (ЭР, Маг, ГС) в Уряхском рудном узле с выделением участков, перспективных на обнаружение коренного золота (6600 пог. км, 1:10000 – 1:20000, 2019 г.).

2014



Системы ЭКВАТОР в работе



7. Комплексная съемка (ЭР, Маг, ГС) в районе рудника Таборный и на Икабье-Читкандинской площади с выделением участков, перспективных на обнаружение коренного золота и меди (9 500 пог. км, 1:20000, 2020 г.).





GLOBAL AIRBORNE SERVICES



Diamonds



Gold



Polymetal

Аэрокомплекс протестирован
на золоторудных месторождениях трёх типов:

- с золотосульфидно-кварцевой минерализацией;
- в черносланцевых толщах;
- гидротермалитах в виде березитов и гумбеитов.

+7 499 344 04 24

info@geotechnologies-rus.com

www.geotechnologies-rus.com

Отличительные особенности комплекса ЭКВАТОР.



Компоновка системы ЭКВАТОР

Борт вертолета:

1. Система навигации и сбора данных NAVDAT
2. Аэромагнитометр GT-MAG-2
3. GPS/GLONASS L1 приемник

Гондола:

1. Магнитный квантовый датчик SC-3 (Канада)
2. Датчик электромагнитной системы ЭКВАТОР
3. GPS/GLONASS L1 приемник

Буксируемая платформа:

1. Рамка диполя передатчика $D=13.5$ м, $N=4$ витка
2. Передатчик (генератор) электромагнитной системы
3. Радиовысотометр Free Flight TRA-3000
4. Система взаимного электромагнитного позиционирования «передатчик - приемник»

Земная поверхность:

1. Базовая GPS/GLONASS L1 станция
2. Магнитовариационная станция GT-MVS

ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КОМПЛЕКСА ЭКВАТОР

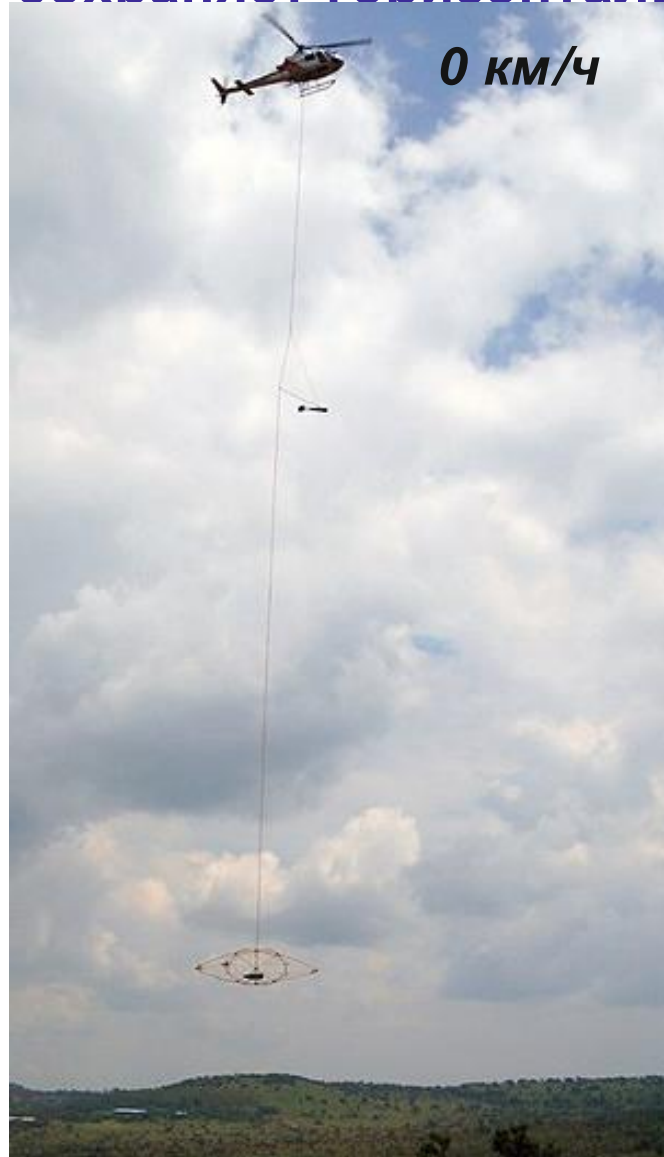
Оригинальная конструкция буксируемой платформы



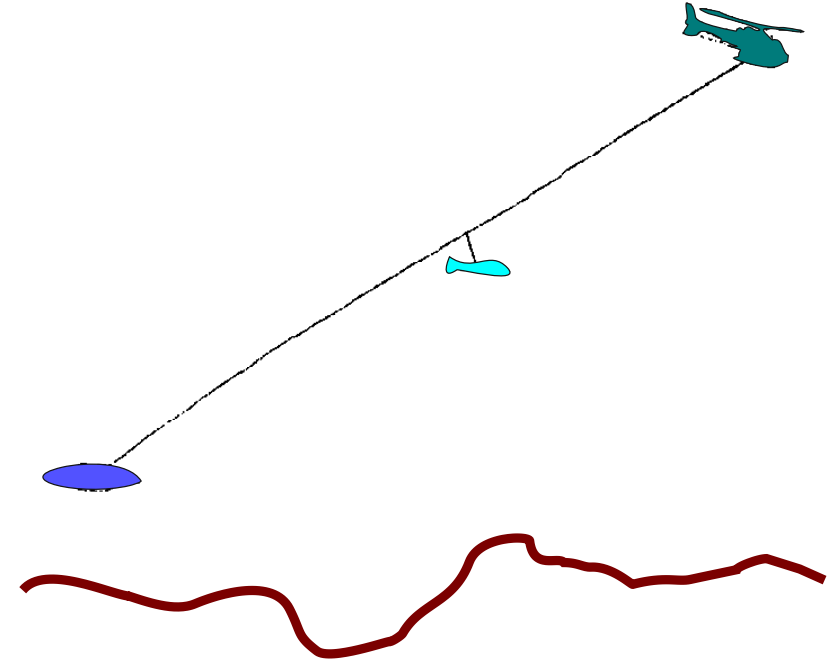
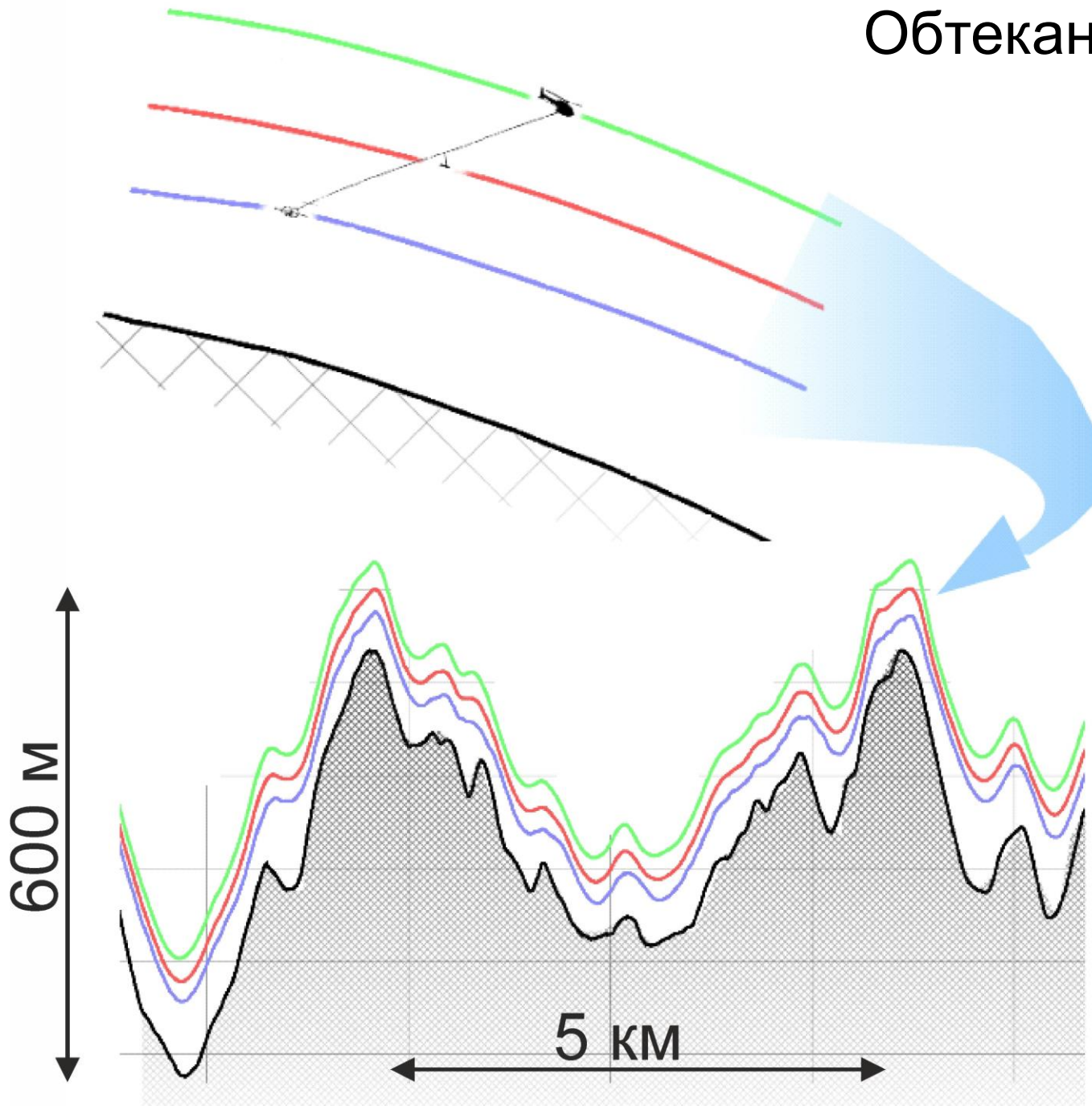
Точка подвеса платформы передатчика находится в ее центре тяжести, это определяет горизонтальность платформы во всем диапазоне возможных сторостей полета

ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КОМПЛЕКСА ЭКВАТОР

В диапазоне скоростей полета 0 - 200 км/ч платформа передатчика сохраняет горизонтальное положение

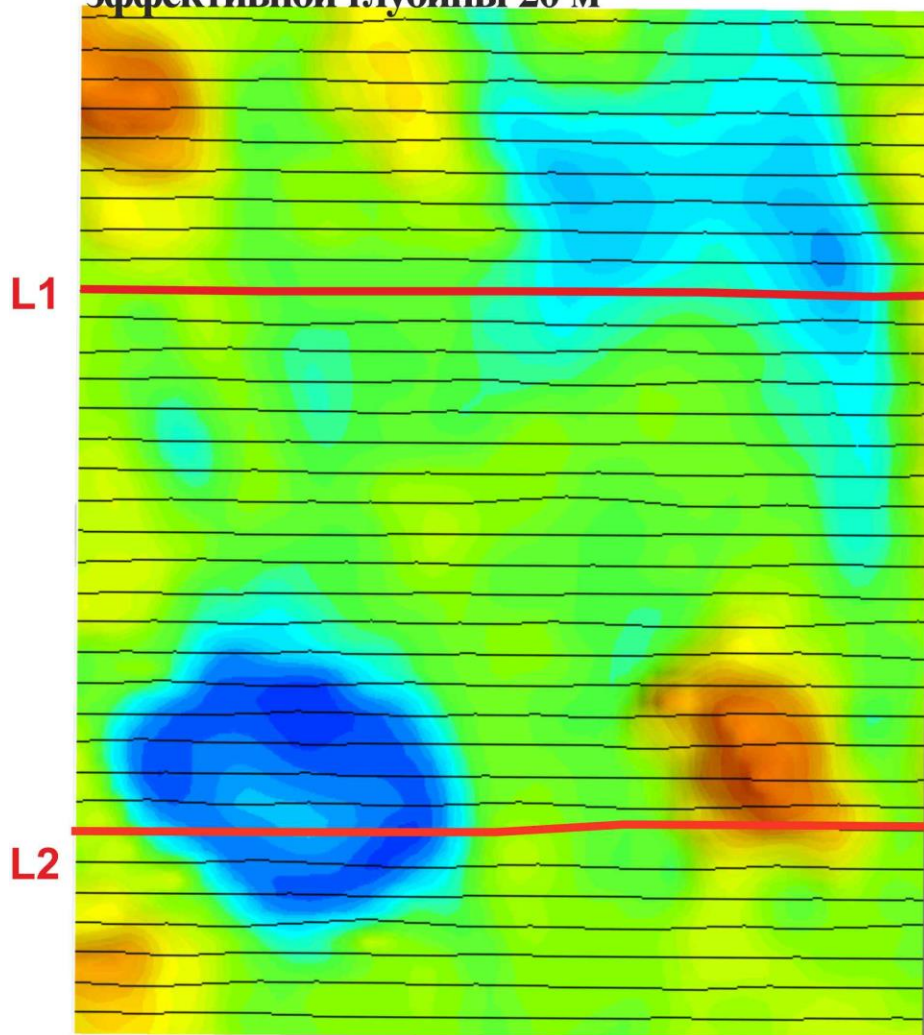


Обтекание рельефа

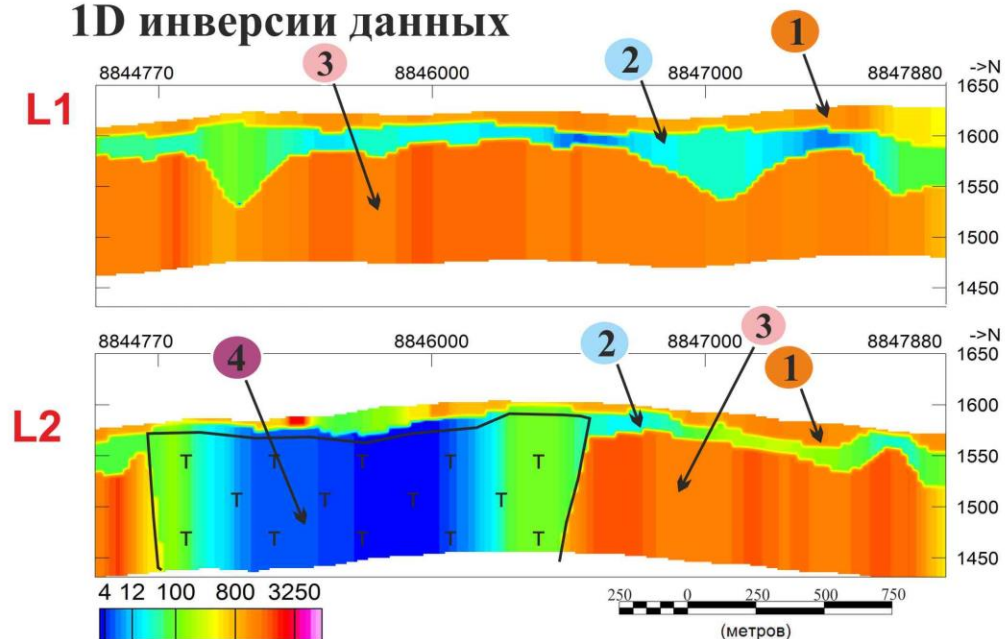


Пример определения глубины и мощности грунтов, перекрывающих скальное основание, Ангола, 2013 г.

Карта кажущихся сопротивлений для эффективной глубины 20 м



Геоэлектрические разрезы по результатам 1D инверсии данных

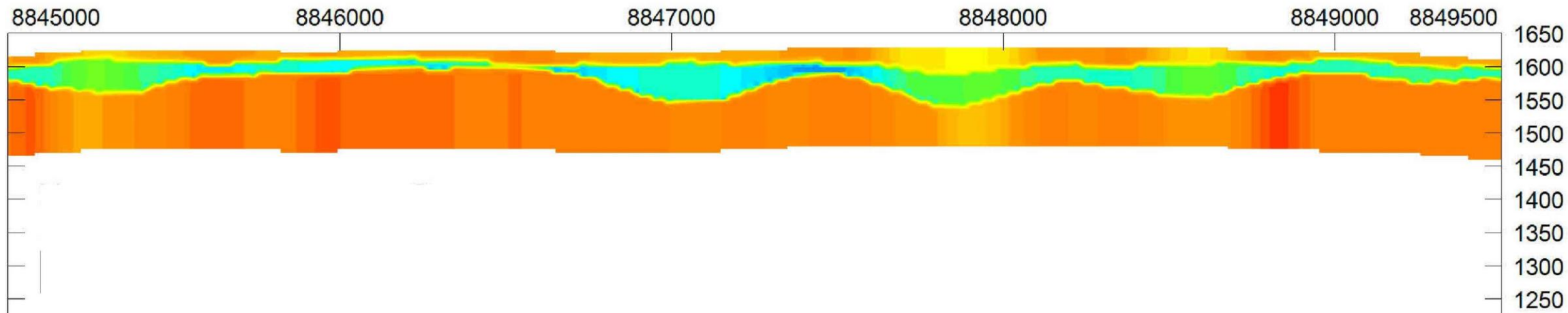


Удельное сопротивление, Ом·м

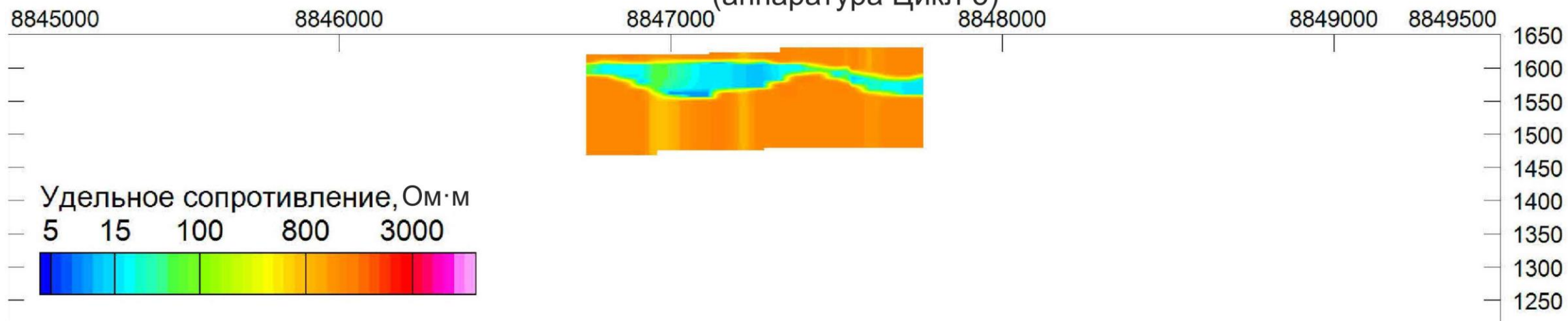
- 1 Сухие кварцевые пески группы Калахари (N1-2)
- 2 Обводненные коры выветривания по гнейсам, гранито-гнейсам (AR1-2)
- 3 Грунты скального основания: гнейсы, гранито-гнейсы (AR1-2)
- 4 Кратерная фация кимберлитовых тел: пески, глины, алевролиты с грубообломочным материалом (K1-2)

Геоэлектрические разрезы, составленные по данным наземных и аэроработ, Ангола, 2013 г.

Геоэлектрический разрез по данным системы "Экватор"



Геоэлектрический разрез по данным наземной электроразведочной системы
(аппаратура Цикл-5)

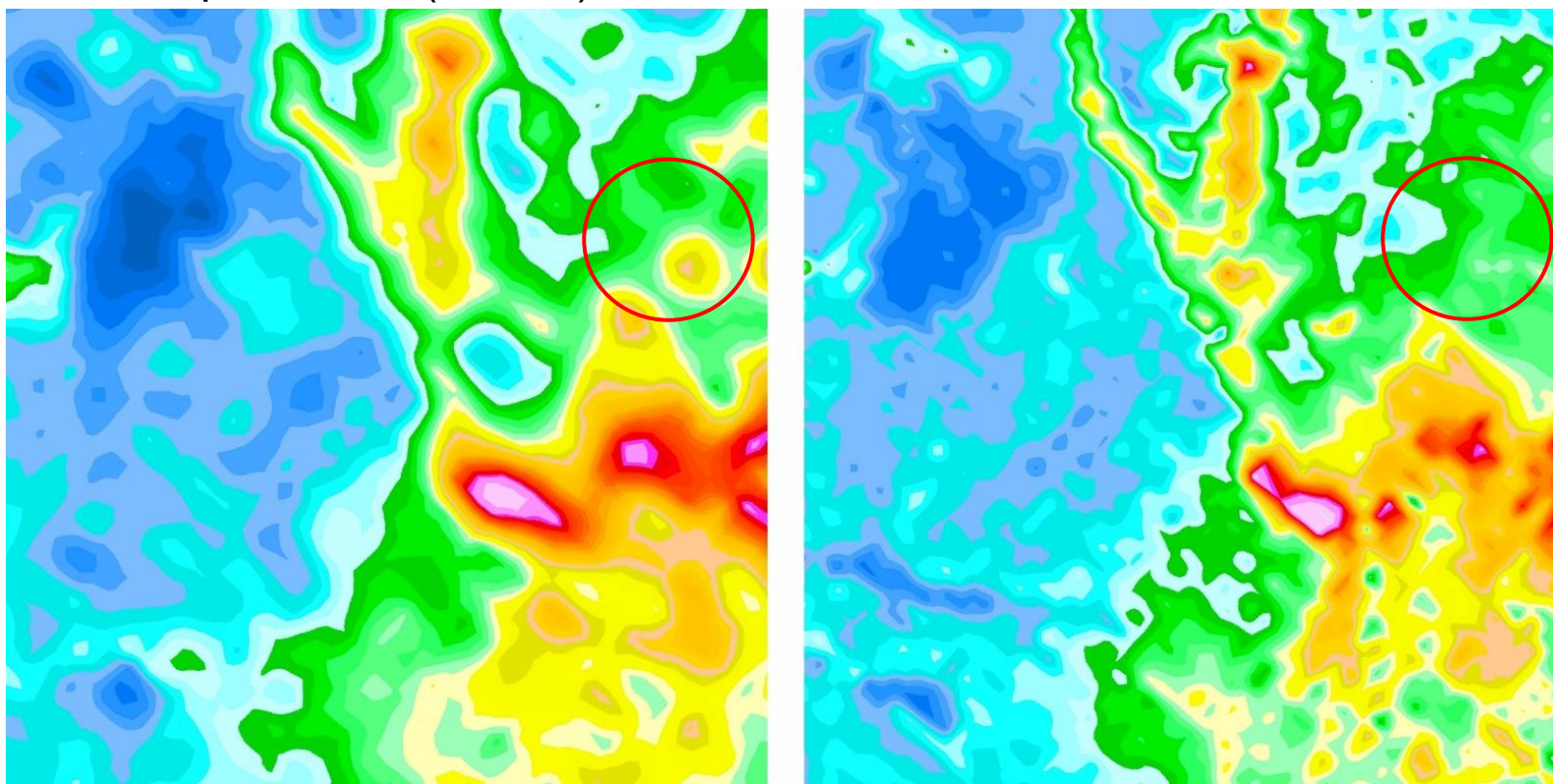


Сопоставление информативности геофизических методов в наземном и аэро вариантах, новое месторождение в районе рудника Таборный, 2019 г.

КАРТЫ СОДЕРЖАНИЙ КАЛИЯ

Аэросъемка (АГСМ)

Наземная ГСМ



0.2 1.8 3.4 5.0 8.0



К, %

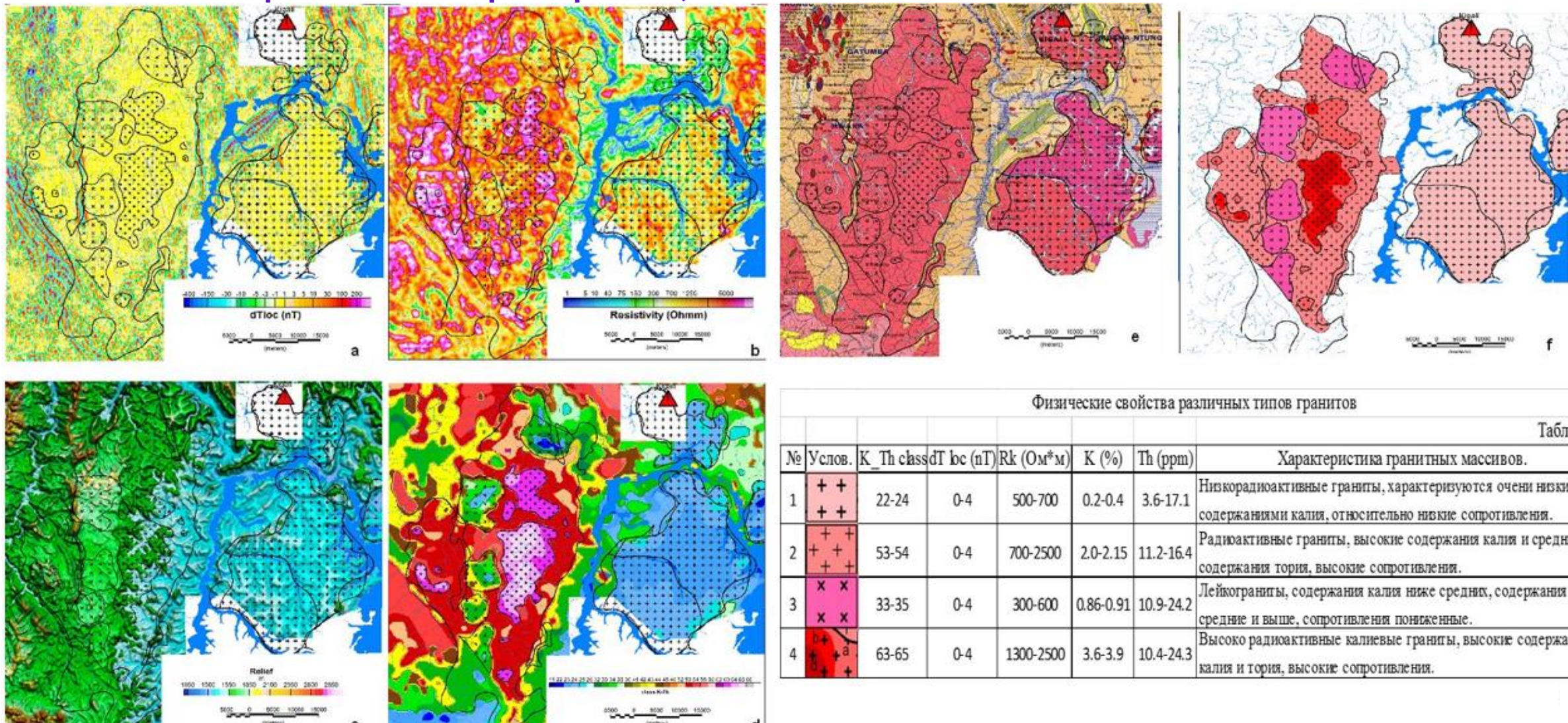
500 0 1500

(метров)

Карты характеризуют содержания РАЭ в приповерхностном слое (0-50 см).

Практические результаты работ с использованием системы ЭКВАТОР. Республика Руанда 2016-17 гг.

Пример картирования гранитных интрузий и их классификация по составу на основе их физических характеристик, масштаб съемки 1:50 000



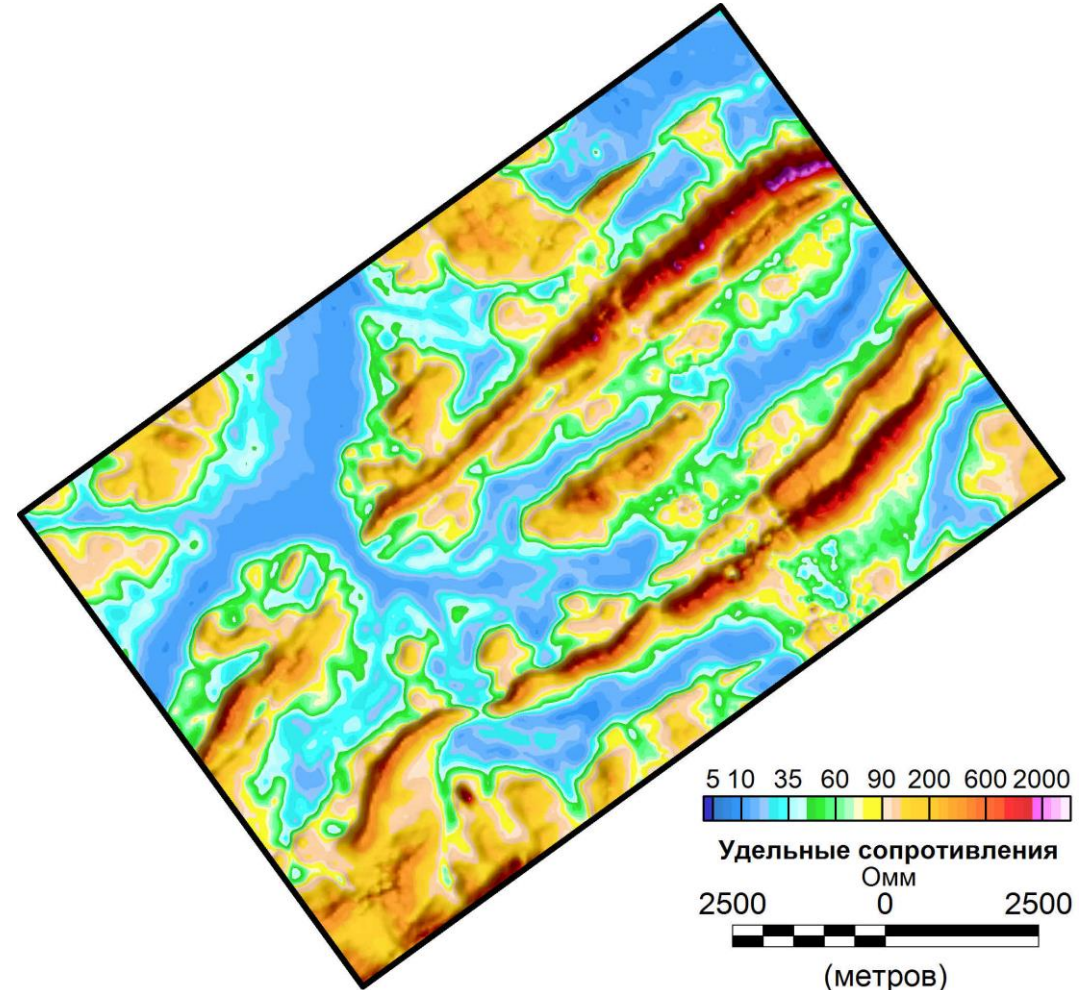
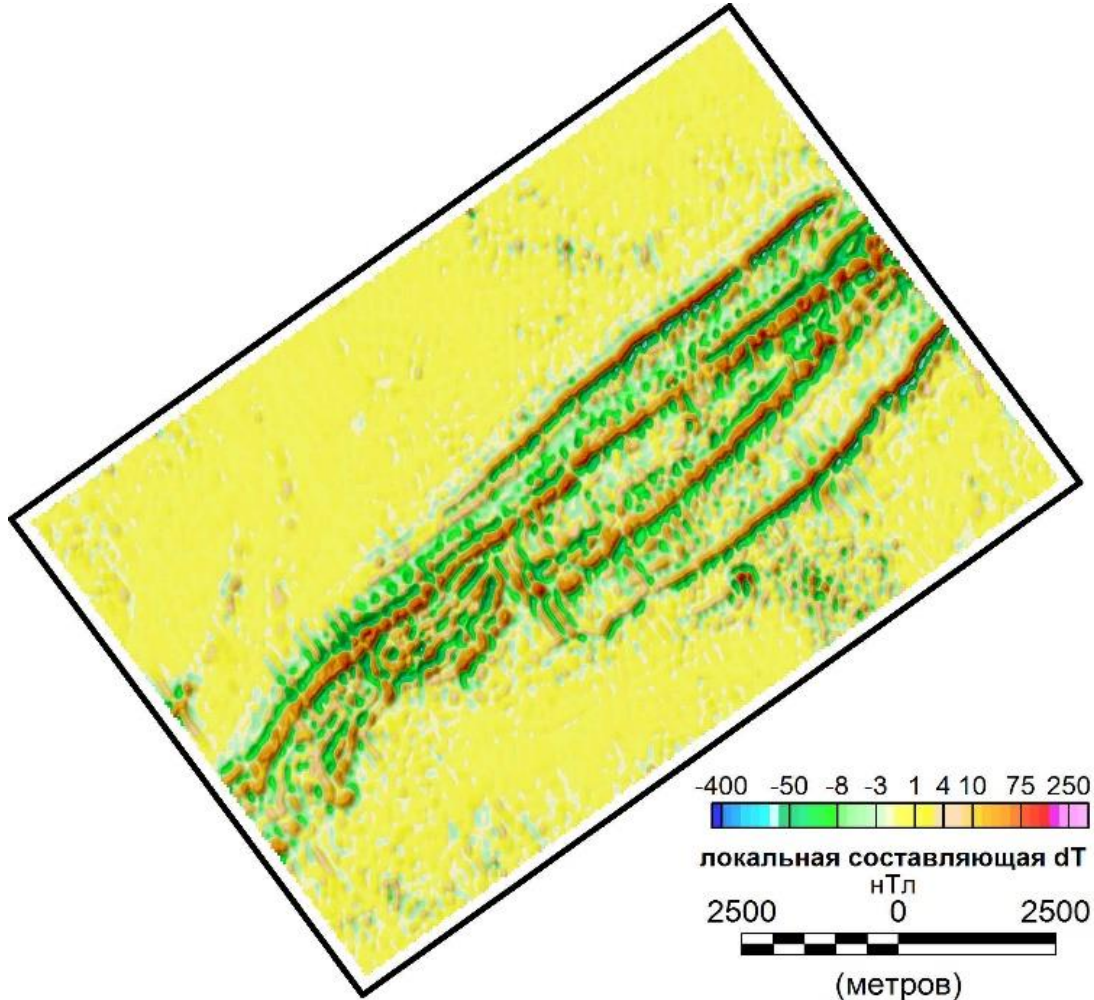
Физические свойства различных типов гранитов

Таблица 1

№	Услов.	K_Th class	dT loc (nT)	Rk (Ом*м)	K (%)	Th (ppm)	Характеристика гранитных массивов.
1	++ ++	22-24	0-4	500-700	0.2-0.4	3.6-17.1	Низкорadioактивные граниты, характеризуются очень низкими содержаниями калия, относительно низкие сопротивления.
2	++ ++ ++	53-54	0-4	700-2500	2.0-2.15	11.2-16.4	Radioактивные граниты, высокие содержания калия и средние содержания тория, высокие сопротивления.
3	x x x x	33-35	0-4	300-600	0.86-0.91	10.9-24.2	Лейкограниты, содержания калия ниже средних, содержания тория средние и выше, сопротивления пониженные.
4	++ ++ ++	63-65	0-4	1300-2500	3.6-3.9	10.4-24.3	Высоко radioактивные калиевые граниты, высокие содержания калия и тория, высокие сопротивления.

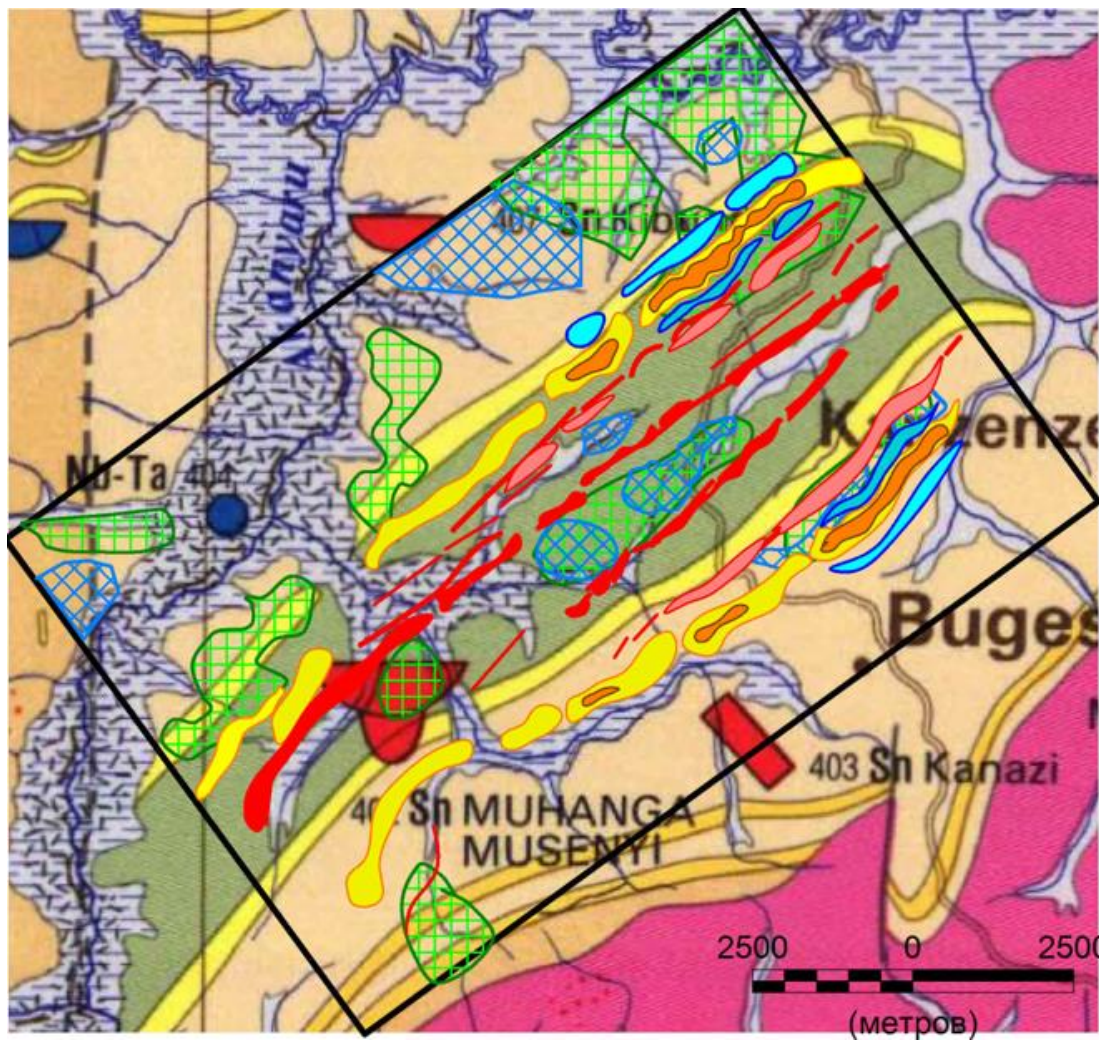
Практические результаты работ с использованием системы ЭКВАТОР. Республика Руанда 2016-17 гг.









Пример выделения линейных аномальных зон в пределах сложно дислоцированной антиклинальной складки, масштаб съемки 1:10000



Практические результаты работ с использованием системы ЭКВАТОР. Республика Руанда 2016-17 гг.

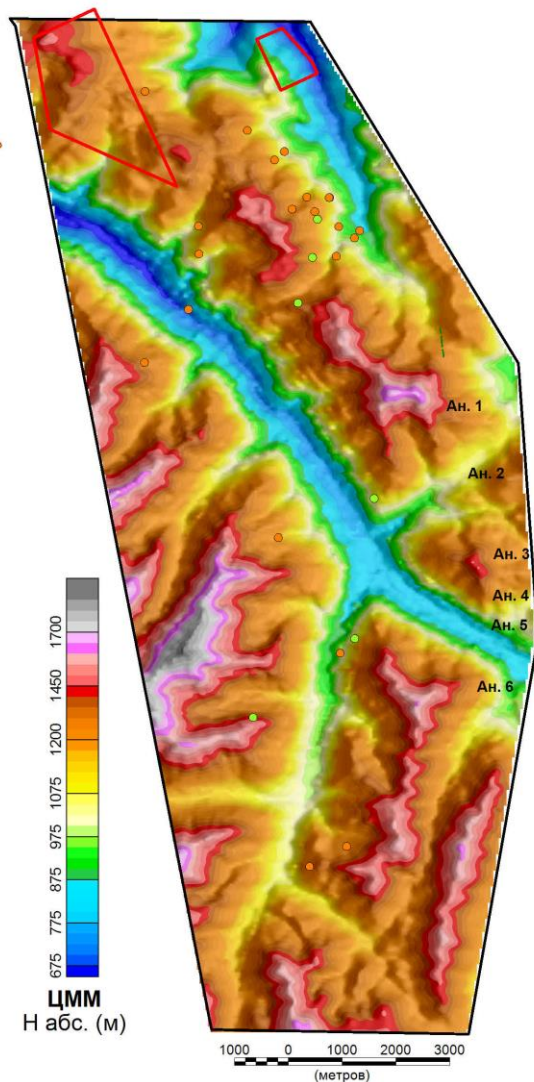
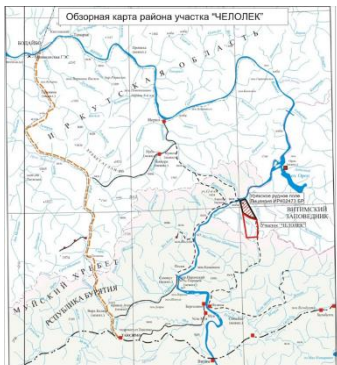
Пример выделения линейных аномальных зон в пределах сложно дислоцированной антиклинальной складки, масштаб съемки 1:10 000



-  *Оси положительных линейных локальных магнитных аномалий*
-  *Не магнитные линейные зоны повышенных сопротивлений (вероятно области интенсивного окварцевания)*
-  *Линейные зоны повышенных сопротивлений (вероятно кварцевые жилы)*
-  *Положительно намагнитенные объекты со средними сопротивлениями*
-  *Положительно намагнитенные объекты с пониженными сопротивлениями*
-  *Линейные зоны повышенной электропроводности*
-  *Области повышенных концентраций Калия*
-  *Области повышенных концентраций Тория*

Результаты интерпретации на геологической основе

Практические результаты работ с использованием системы ЭКВАТОР. Месторождение Урях, 2019 г.

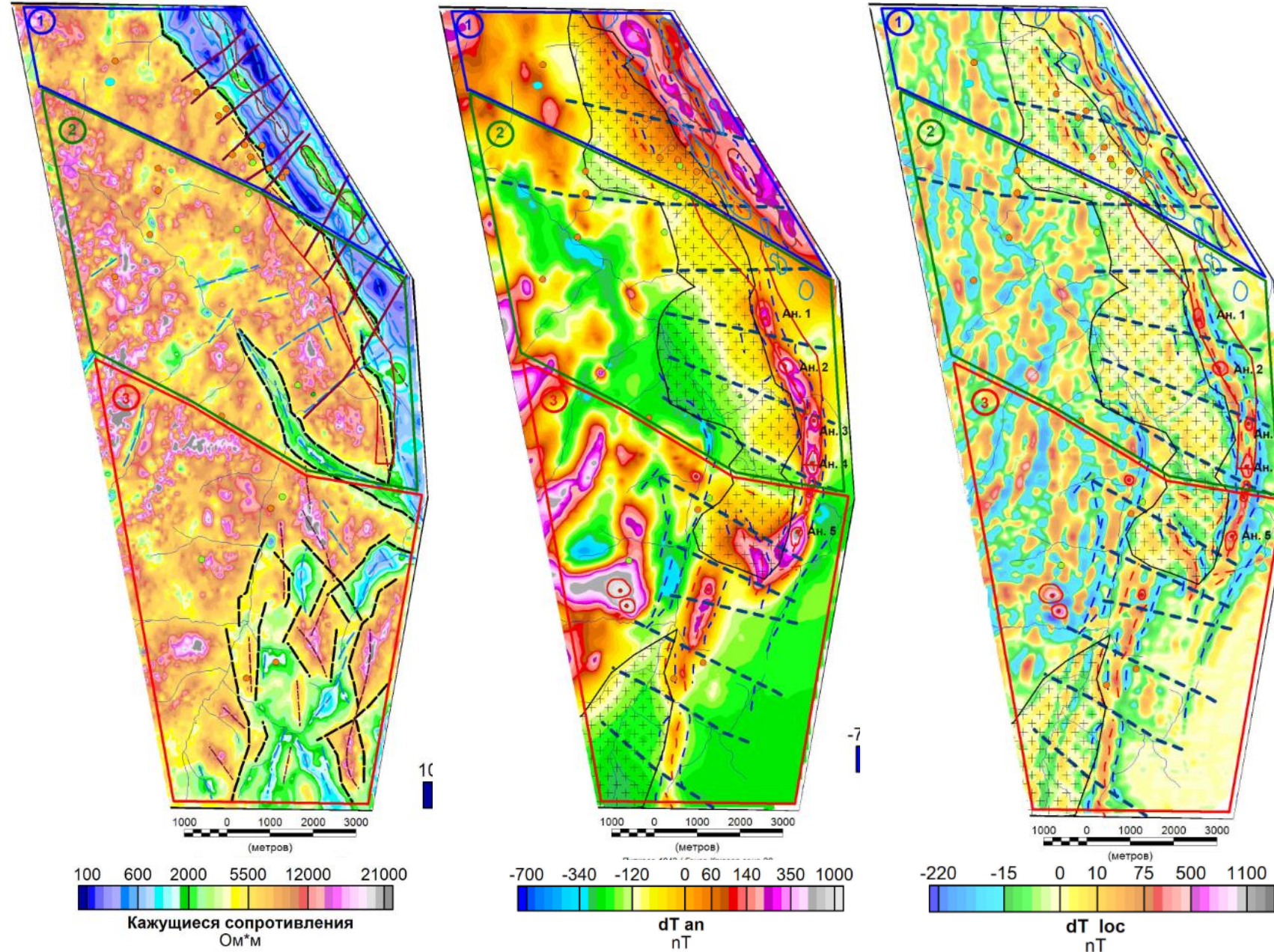


Цифровая
модель
местности

Несмотря на очень сложный горный рельеф, геометрия аэрокомплекса позволяет получать кондиционные геофизические материалы.

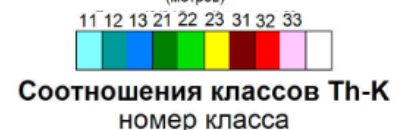
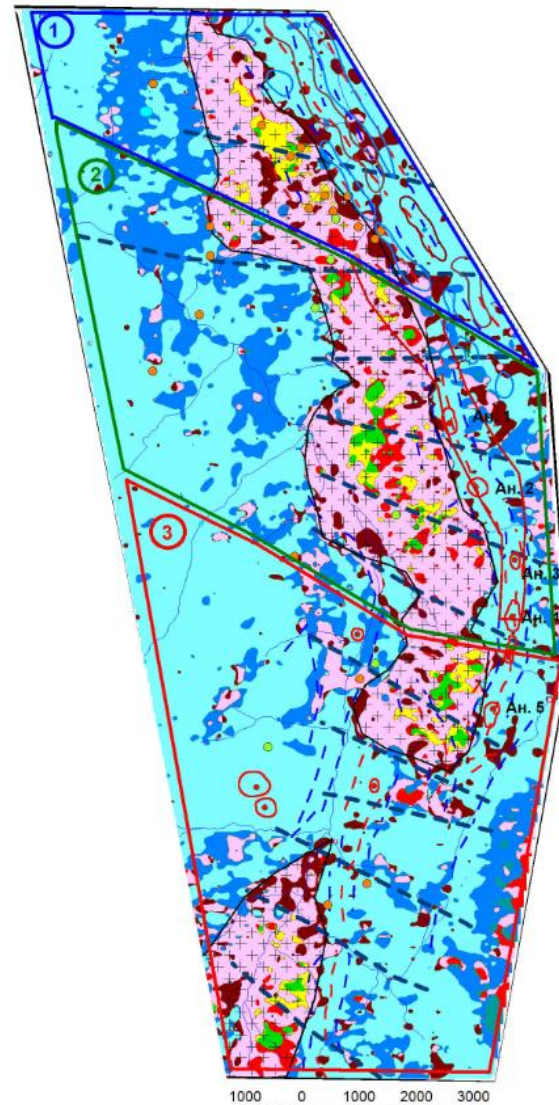
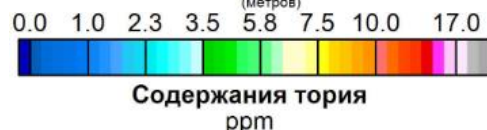
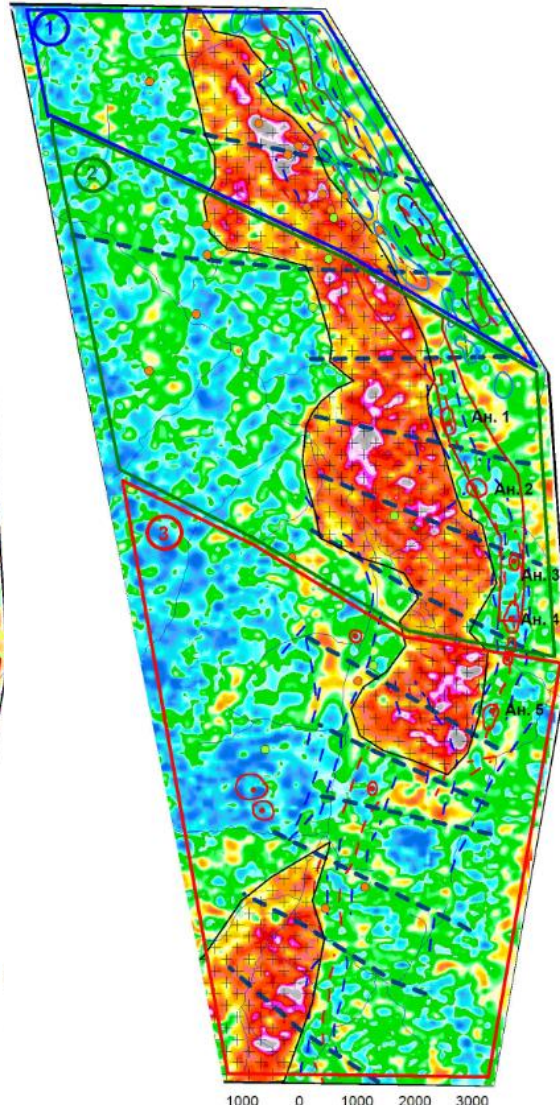
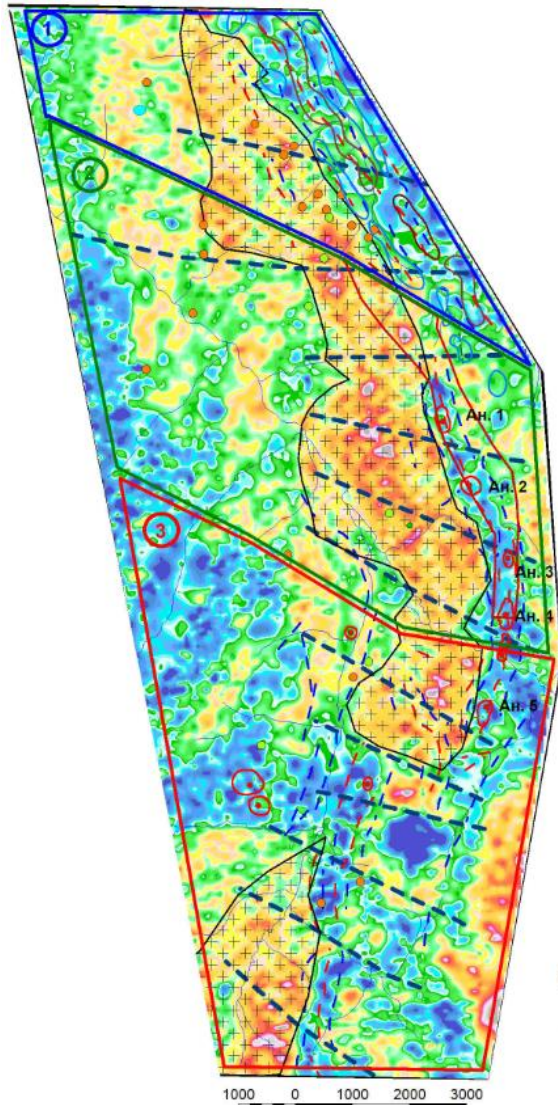


Практические результаты работ с использованием системы ЭКВАТОР. Месторождение Урех, 2019 г.



-  Общий контур АГФ съемки
-  Контур лицензионных участков:
1 - Урех; 2 - ЮФ Урех; 3 - Челюлек
-  Линейные зоны и области сопротивлений:
а - пониженных; б - повышенных
-  Линейные зоны и области магнитного поля:
а - отрицательные; б - положительные
-  Тектонические нарушения, определены по сдвигам осей линейных аномалий: а - магнитных; б - сопротивлений
-  Зоны высокого градиента сопротивлений
-  Области слабомангнитных пород, соответствуют породам Усть келянской толщи (RF3uk2)
-  Области повышенной радиоактивности, соответствуют породам Усть келянской толщи (RF3uk2)
-  Области асинхронного поведения концентраций РАЗ U, Th, K
-  Контур и эпицентры локальных магнитных аномалий с глубиной верхней кромки менее 30 м.
-  Установленные рудопроявления:
а - золота; б - меди
-  Зоны вторичных изменений ЮФ уч. Урех, определены по геологическим данным.
-  Перспективные участки по АГСМ данным в пределах Усть-келянской площади (RF3uk2)
-  Перспективные участки связанные с зонами аномально низких сопротивлений.
-  Перспективные участки связанные с зонами развития магнитных объектов вблизи земной поверхности

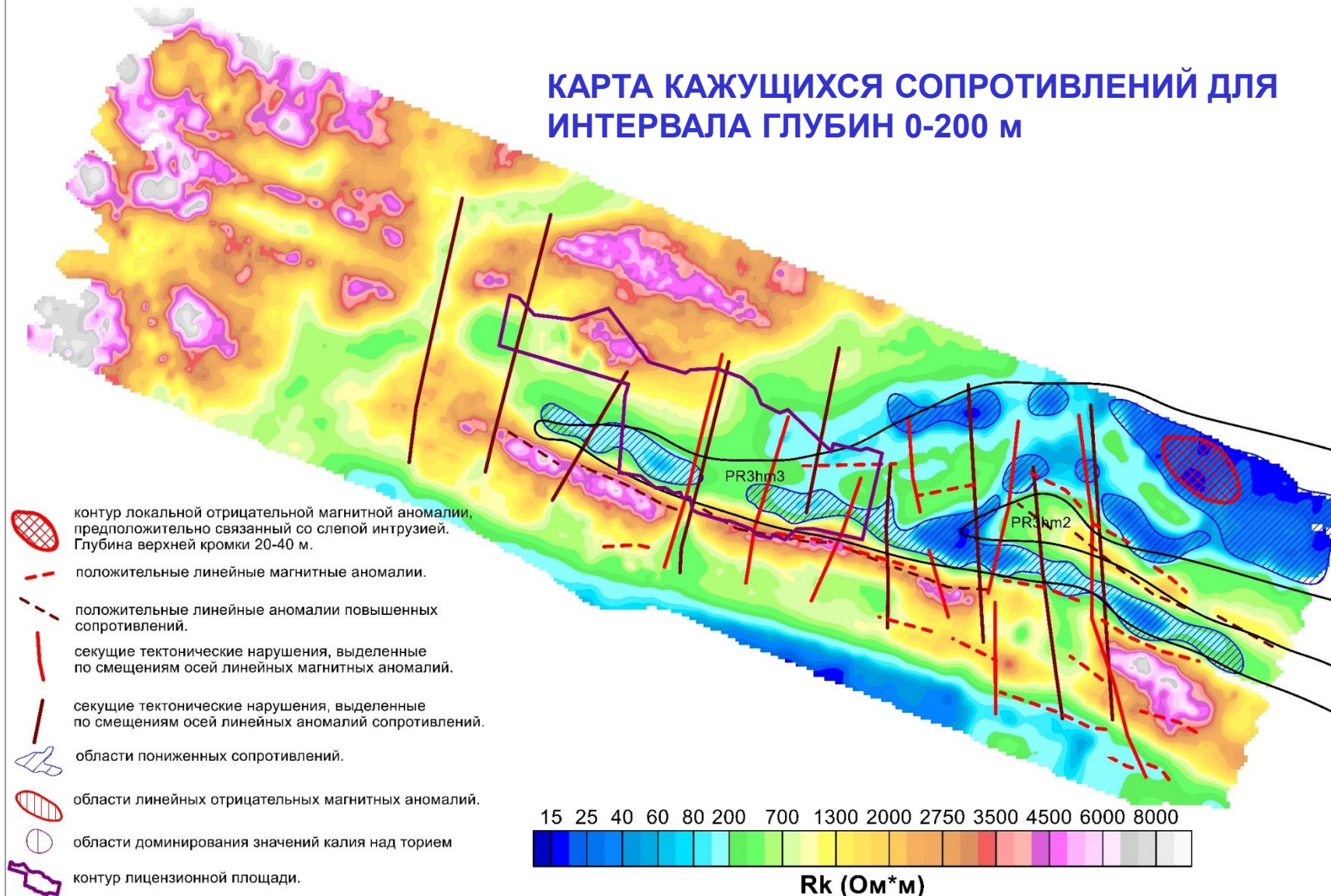
Практические результаты работ с использованием системы ЭКВАТОР. Месторождение Урях, 2019 г.



-  Общий контур АГФ съемки
-  Контур лицензионных участков:
1 - Урях; 2 - ЮФ Урях; 3 - Челюлек
-  Линейные зоны и области сопротивлений:
а - пониженных; б - повышенных
-  Линейные зоны и области магнитного поля:
а - отрицательные; б - положительные
-  Тектонические нарушения, определены по сдвигам осей
линейных аномалий: а - магнитных; б - сопротивлений
-  Зоны высокого градиента сопротивлений
-  Области слабомангнитных пород, соответствуют
породам Усть келянской толщи (RF3uk2)
-  Области повышенной радиоактивности, соответствуют
породам Усть келянской толщи (RF3uk2)
-  Области асинхронного поведения концентраций
РАЭ U, Th, K
-  Контур и эпицентры локальных магнитных аномалий
с глубиной верхней кромки менее 30 м.
-  Установленные рудопроявления:
а - золота; б - меди
-  Зоны вторичных изменений ЮФ уч. Урях, определены
по геологическим данным.
-  Перспективные участки по АГСМ данным в
пределах Усть-келянской площади (RF3uk2)
-  Перспективные участки связанные с зонами аномально
низких сопротивлений.
-  Перспективные участки связанные с зонами развития
магнитных объектов вблизи земной поверхности

Практические результаты работ с использованием системы ЭКВАТОР. Месторождение Сухой Лог 2019 г.

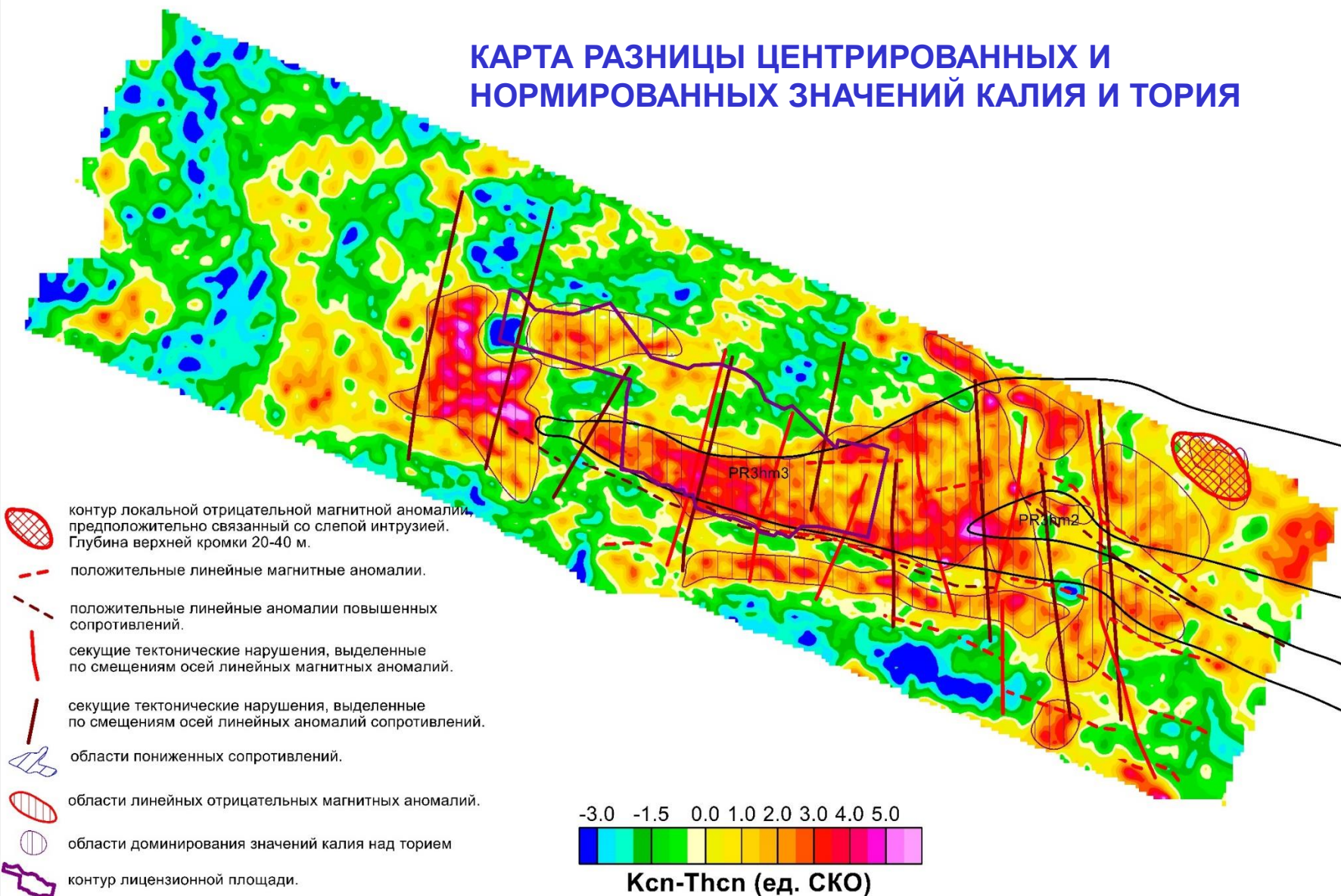
КАРТА КАЖУЩИХСЯ СОПРОТИВЛЕНИЙ ДЛЯ ИНТЕРВАЛА ГЛУБИН 0-200 м



- Контрастными аномалиями пониженных сопротивлений надежно фиксируются области максимального развития углефицированных отложений в пределах пачки PR3hm3.
- Основные известные рудные тела также тяготеют к линейным аномалиям пониженных сопротивлений.
- Участки пониженных сопротивлений, где рудопроявления не зафиксированы, представляют дополнительные перспективы.

Практические результаты работ с использованием системы ЭКВАТОР. Месторождение Сухой Лог 2019 г.

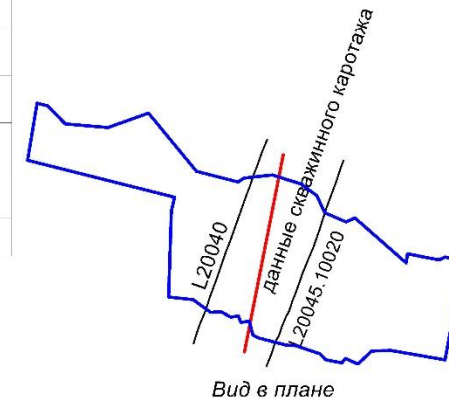
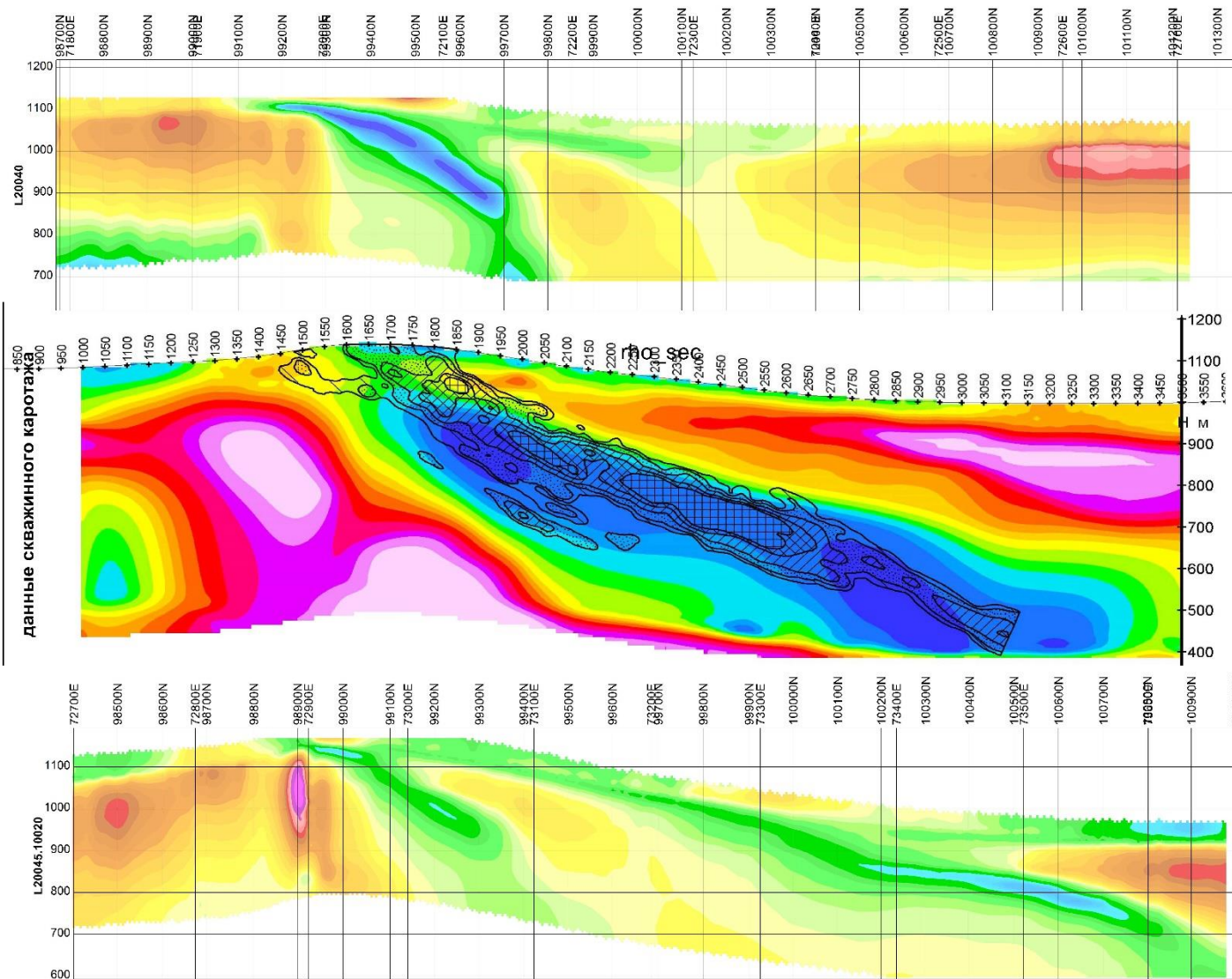
КАРТА РАЗНИЦЫ ЦЕНТРИРОВАННЫХ И НОРМИРОВАННЫХ ЗНАЧЕНИЙ КАЛИЯ И ТОРИЯ



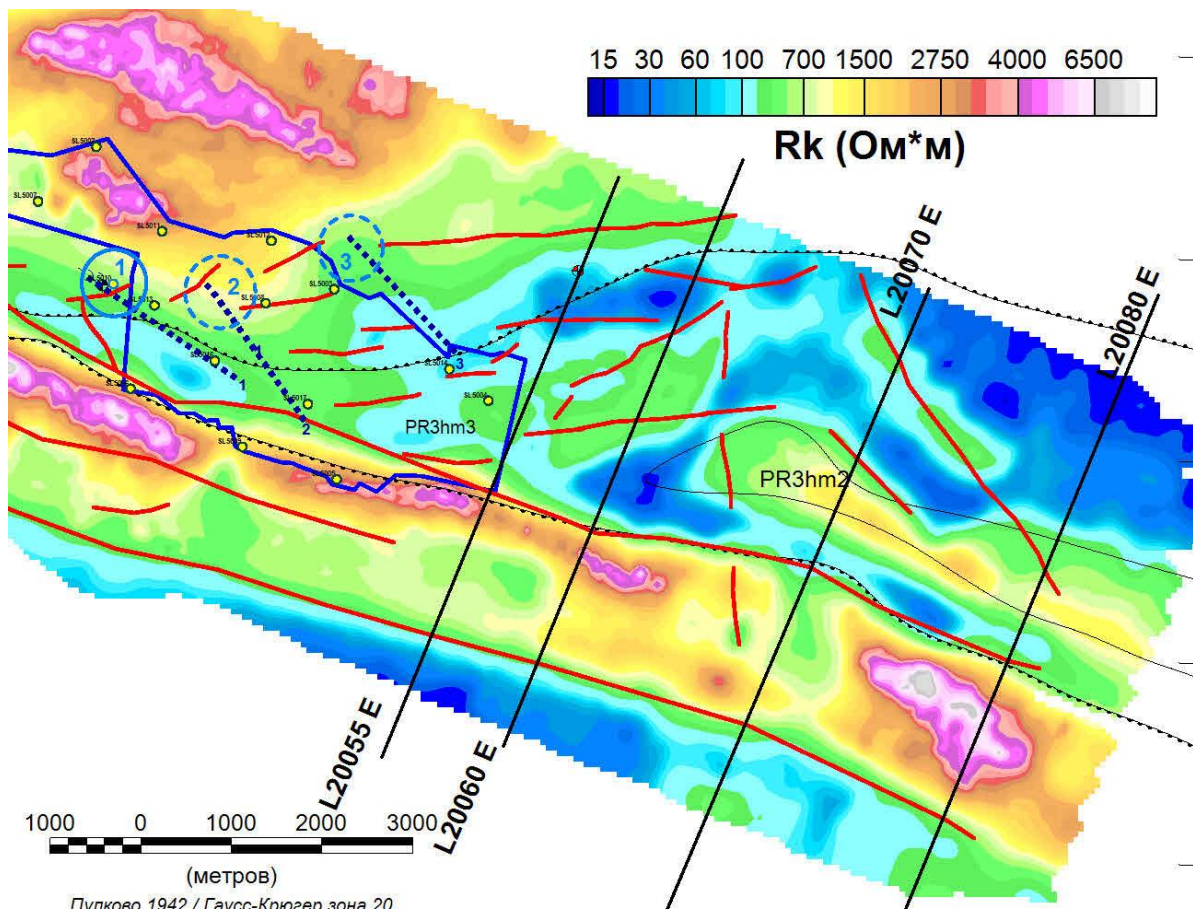
- Наиболее информативной, с точки зрения картирования рудоперспективных зон является карта разности центрированных и нормированных значений калия и тория
- Максимальные значения соответствуют областям доминирования калия над торием.

Практические результаты работ с использованием системы ЭКВАТОР. Месторождение Сухой Лог 2019 г.

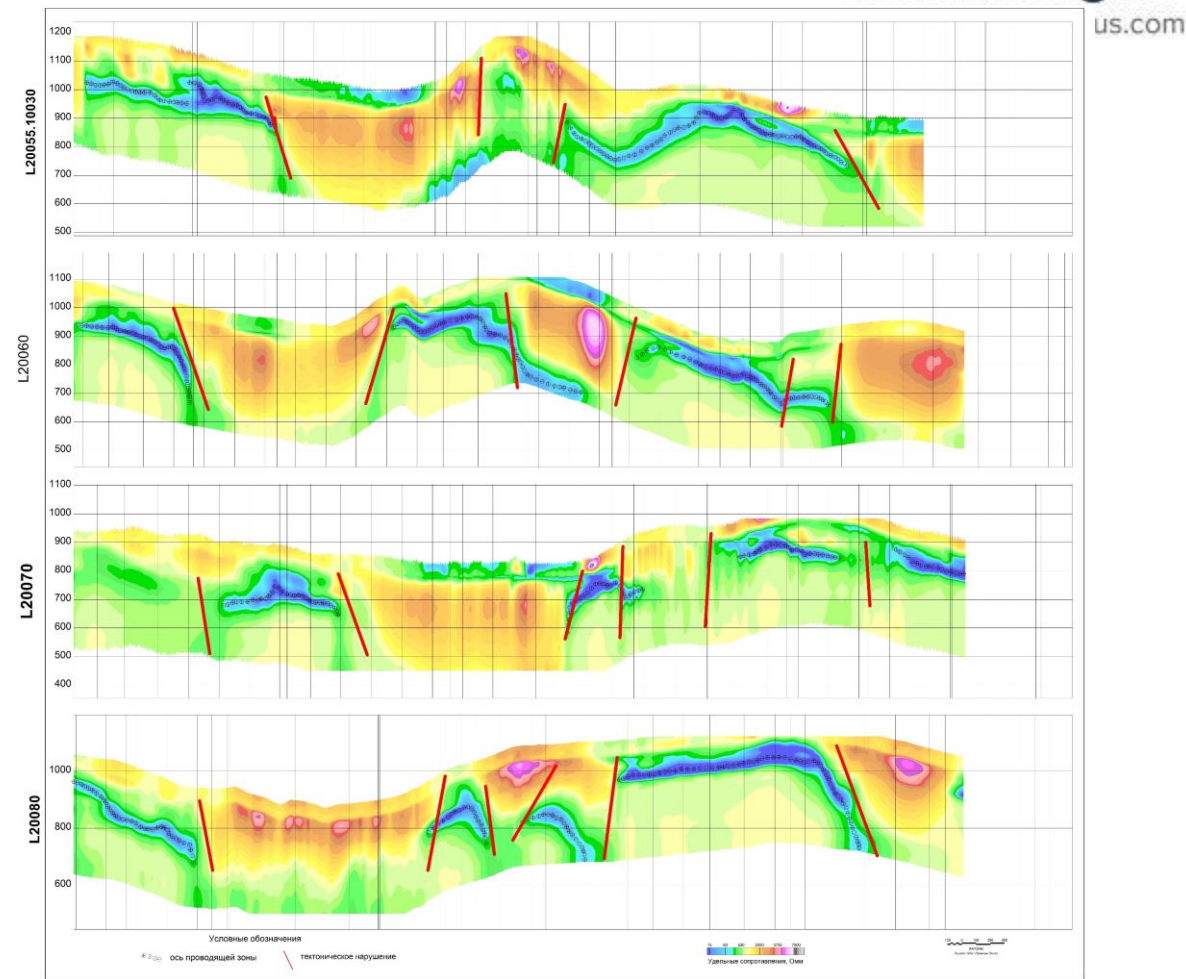
Геоэлектрические разрезы, построенные по данным скважинного каротажа (в центре) и аэроданным.



Практические результаты работ с использованием системы ЭКВАТОР. Месторождение Сухой Лог 2019 г.



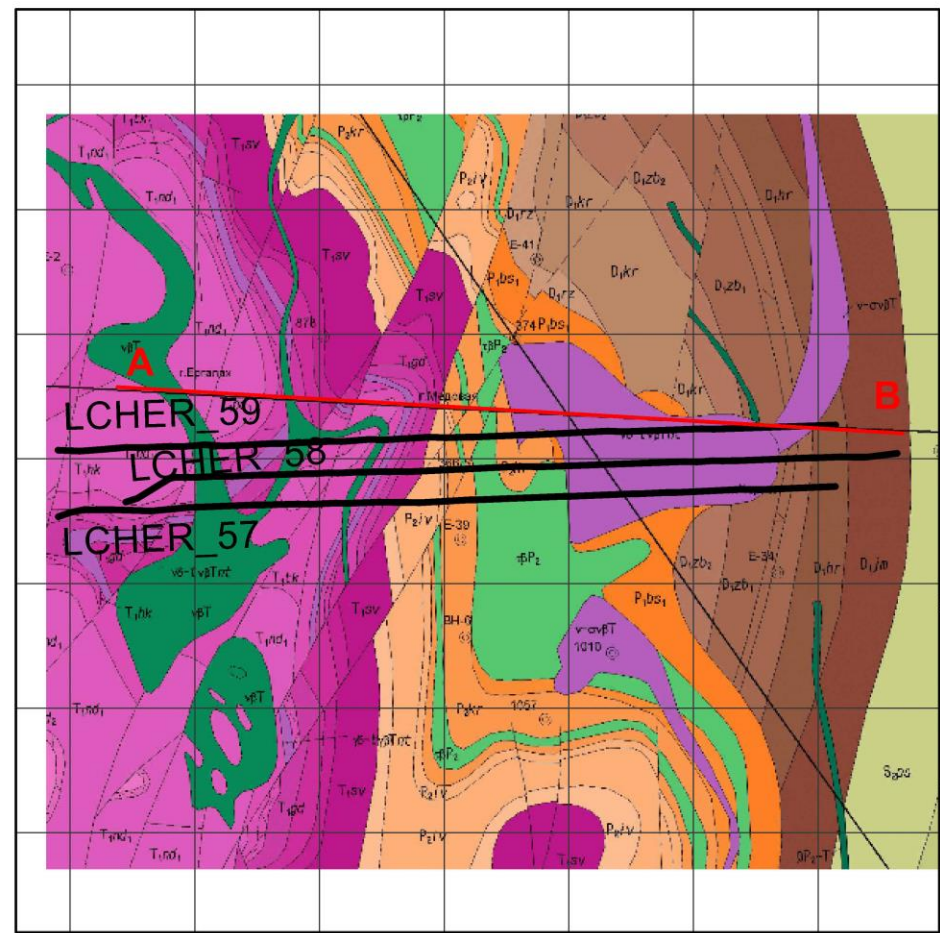
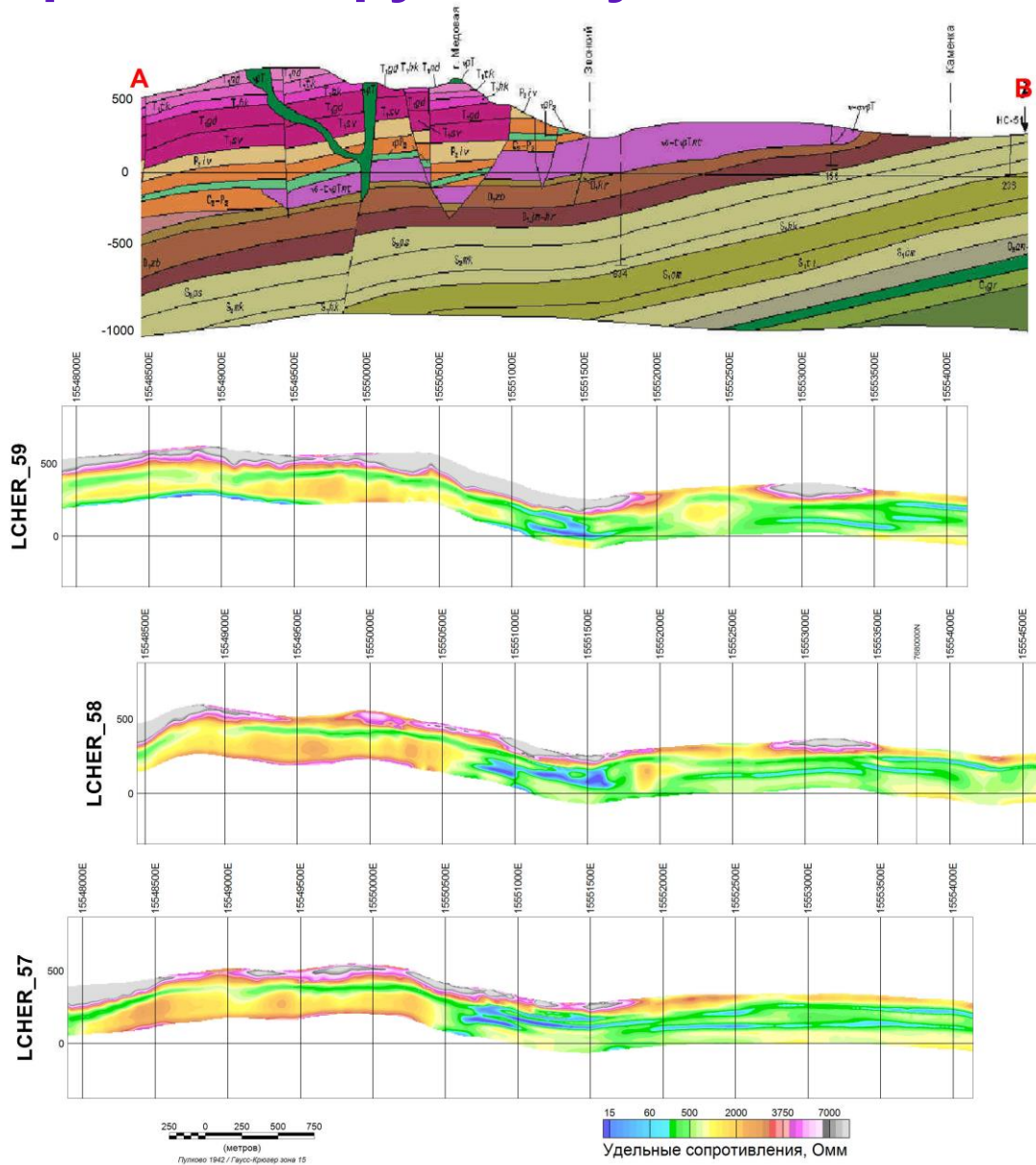
а



б

Пример картирования электропроводных зон и тектонических нарушений на карте (а) и геоэлектрических разрезах (б).

Практические результаты работ с использованием системы ЭКВАТОР. Черногорский участок, Норильский рудный узел, 2015 г.



Вид в плане

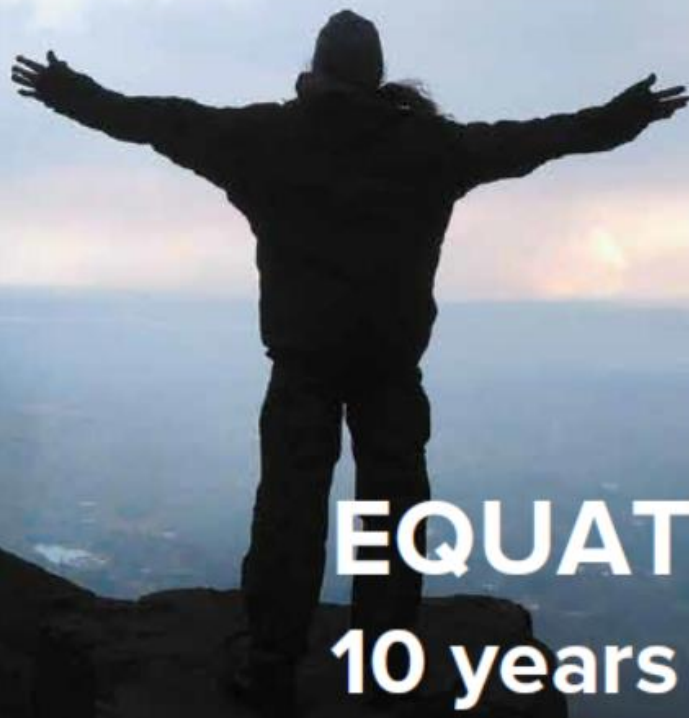
- **Детальные аэрогеофизические работы позволяют оптимизировать объемы наземных геофизических работ, обеспечивая при этом, необходимую детальность исследований и высокую геологическую информативность.**
- **Высокая производительность комплекса ЭКВАТОР делает рентабельными съемки на небольших по площади участках (от 50 кв.км).**
- **Наша система обеспечивает кондиции ЕМ измерений в горной местности**
- **Высокая геологическая информативность системы обеспечивается ЕМ зондированиями одновременно во временной и частотной областях.**





СПАСИБО

ЗА ВНИМАНИЕ!



EQUATOR 2020
10 years of success

