

Center of Aerospace Technologies Ltd

Радио-Тепловизорные Технологии поиска и
картирования рудных полезных ископаемых



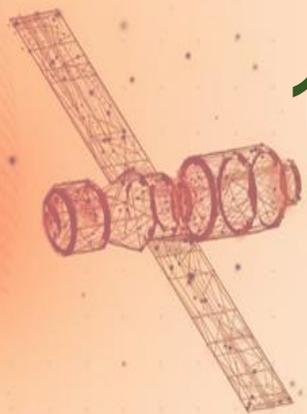
Center of Aerospace Technologies Ltd



Во всем мире одним из новейших методов изучения геологического и тектонического строения, прогнозирования и поисков месторождений полезных ископаемых является дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ). Радиотепловизионная технология (РТТ), которой владеет наша компания является элементом ДЗЗ, применяется более 10 лет для решения геологических задач по всему миру.

На сегодняшний день в Center of Aerospace Technologies Ltd. накоплен большой опыт исследований с целью выявления полезной минерализации металлических полезных ископаемых. РТТ зарекомендовала себя как рабочий инструмент для изучения структуры геосреды, а также как метод выявления геотермических аномалий, которые являются прообразами зон минерализации заданных металлов (объекты поиска), содержащих рудные залежи.

1. РАДИО-ТЕПЛОВИЗОРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (РТТ)



РАДИО-ТЕПЛОВИЗОРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (РТТ)

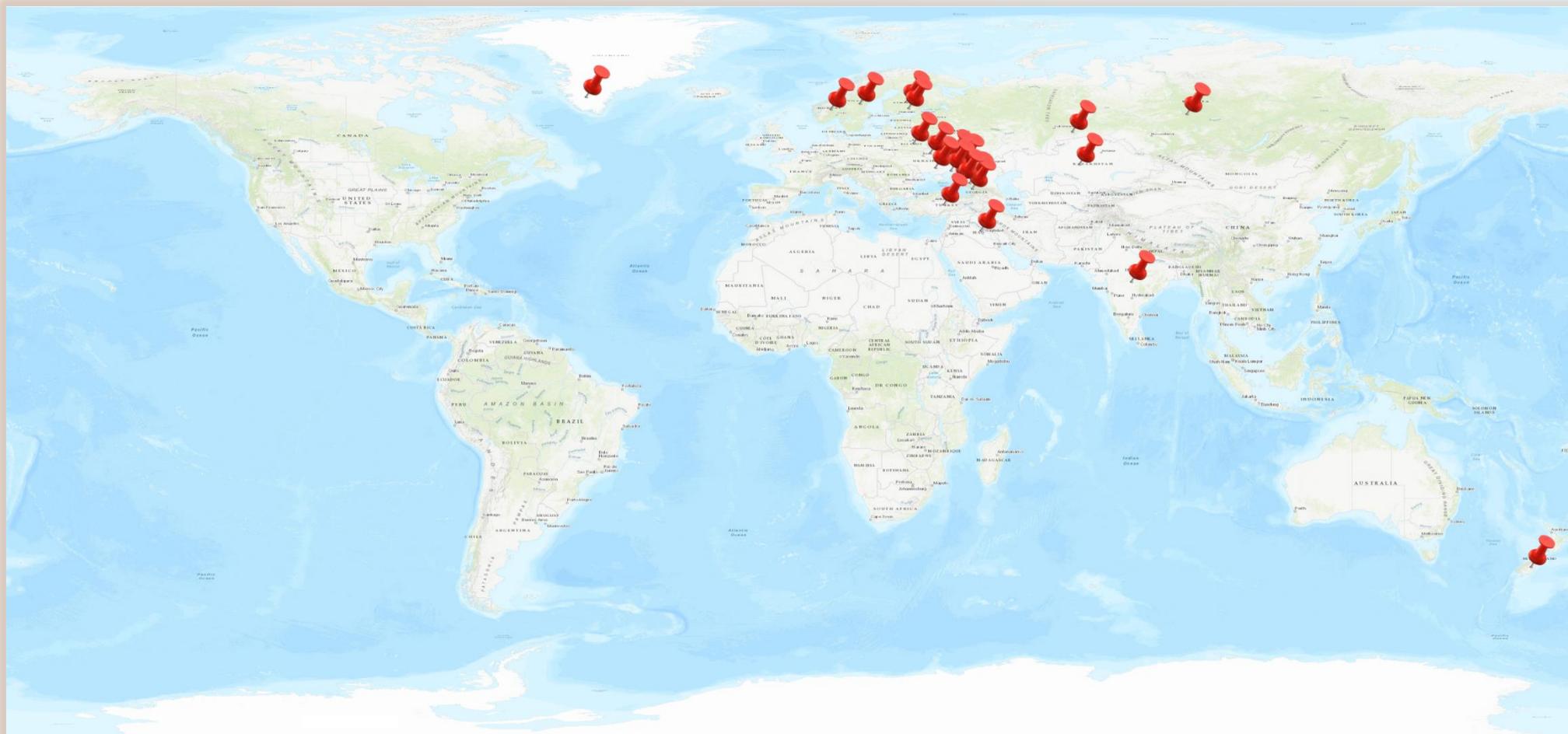
РТТ рассматривается как пассивный метод дистанционного зондирования, основанный на регистрации излучаемой тепловой энергии Земли, которая представлена непрерывным спектром электромагнитных волн и выражается физическим параметром - радиояростная температура.

Для решения геологических задач: поиска зон минерализации содержащих рудные залежи наиболее информативными являются методы, обладающие эффектом "просвечивания" Земной коры, чем характеризуются **Радио Тепловизорные Технологии (РТТ).**



РАДИО-ТЕПЛОВИЗОРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (РТТ)

География работ, выполненных методом РТТ:



РАДИО-ТЕПЛОВИЗОРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (РТТ)

Краткие физические основы Радио Тепловизорных Технологий изложены в статье ***“Basics of Thermal Imaging Technologies and their experience ” (Stepchenko V.N., Bagryancev V.A., Rodnaya V.A. World of Geotechnics ISSN 2520-2987 “Свим ГЕОТЕХНИКИ” 1(61)’2019 УДК 550.836) (ссылка)***, где показаны геофизические аспекты дешифрирования и интерпретации космической информации с иллюстрацией результатов исследований последних лет, связь спутниковых снимков с глубинным строением Земли. В основу технологии положено дистанционное зондирование с использованием разновременных космических снимков теплового излучения электромагнитного спектра Земли.

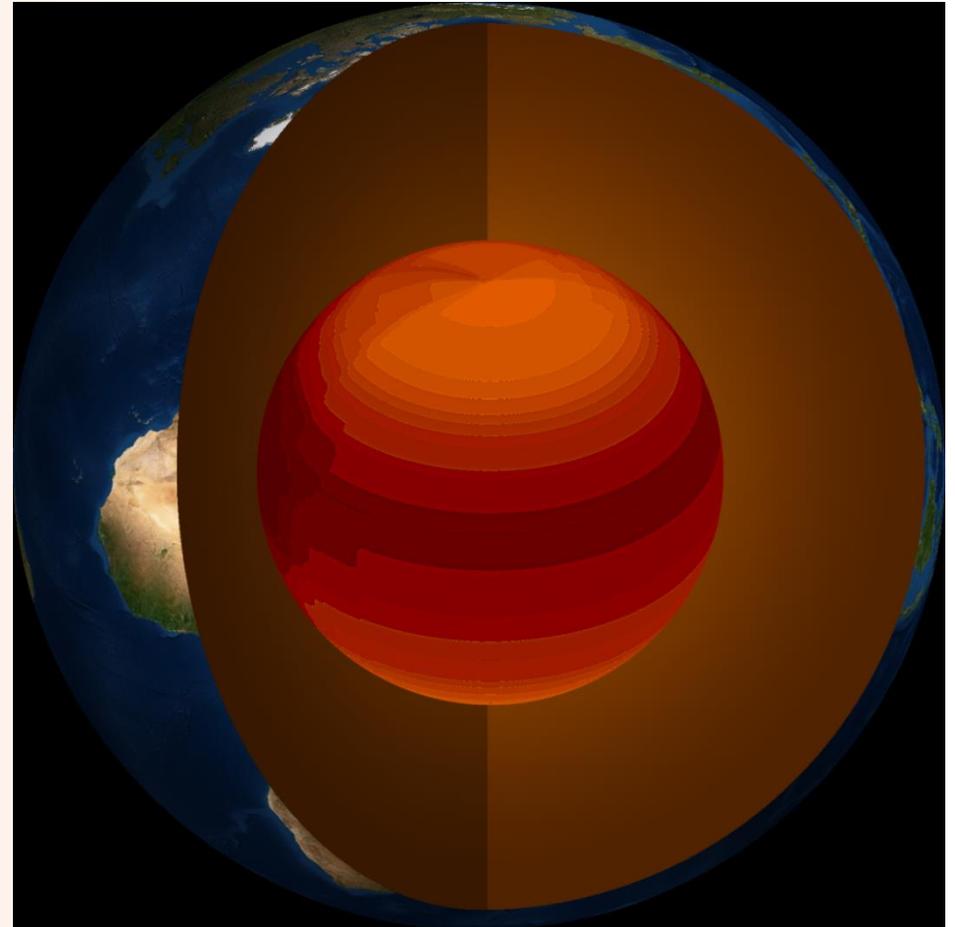
В качестве исходных данных используется информация, полученная со спутников Земли в радиотепловом диапазоне электромагнитных волн (Landsat 8 (OLI/TIRS), GCOM-W1 (AMSR-2), ASTER/GDEM, Sentinel и др.).

Космические снимки в радиотепловом диапазоне являются исходной информационной основой для геофизической интроскопии при наличии соответствующего инструмента обработки (в нашем случае это Программное обеспечение собственной разработки), дешифрирования и целевой интерпретации.

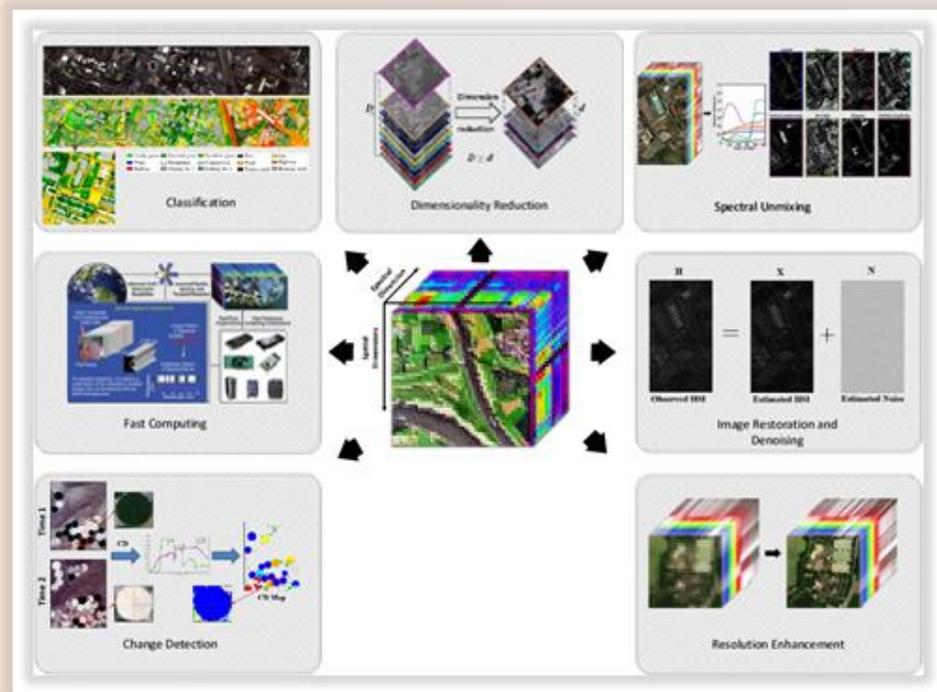
Обработка космических снимков производится в Программной среде (путем обучающей выборки) с построением модели 3D куба.

РАДИО-ТЕПЛОВИЗОРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (РТТ)

Существенное отличие РТТ заложено в алгоритме обработки аэрокосмических снимков: значение контраста радиоярких температур $[\Delta T]$ и плотность теплового потока используются для расчета и визуализации всех неоднородностей Земной коры, включая рудоконтролирующие разломы различных рангов.. Кроме того, программа обработки позволяет вводить бесконечное множество точек, несущих исходную априорную информацию о геологии, повышать температурную чувствительность и разрешающую способность съемки, и, как следствие – получать более достоверную и более точную картину строения Земли в процессе интерпретации.



Построение геотермической модели 3D куба



Построение геотермической модели 3D куба осуществляется за счет комбинации нескольких микроволновых каналов, далее можно рассчитать информацию результирующих вертикальных профилей радиояростной температуры. Одним из элементов построения геотермического 3D куба является применение технологий повышения температурной чувствительности в каждой точке куба (пикселе). Например, метод генерализации.

Применив элементы дешифрирования к подвергнутому цифровой обработке интегральному тепловому космоснимку поверхности, вернее, к его эндогенной составляющей, очищенной от влияния ландшафта и техногенных влияний, мы получаем послойные геотермические сцены, которые составляют объемный геотермический 3D-куб.

Построение геотермической модели 3D куба

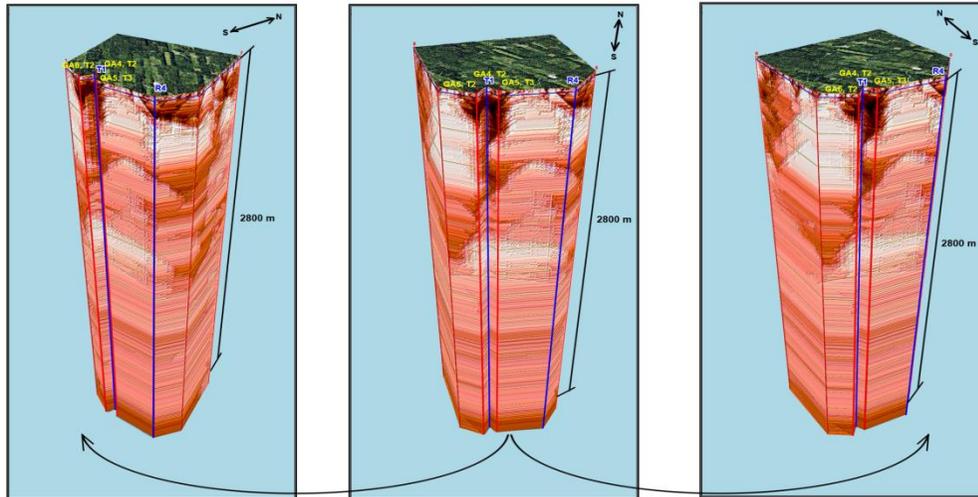


Fig 5.38 Объемный вертикальный разрез 3DV2. Построен по данным геотермического 3D куба масштаба 1:25 000.

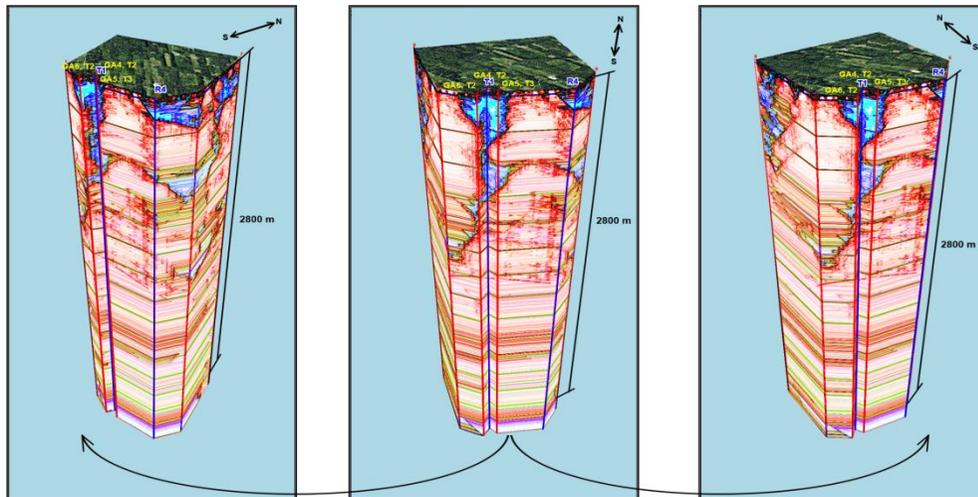


Fig 5.39 Объемный вертикальный разрез 3DV2. Выполнено тематическое контрастирование.

- Легенда**
- Проекция линии вырезки фрагмента 3D куба, используется для построения объемных вертикальных разрезов.
 - Расположение лицензионной площади Vailkorgi
 - Расположение буровых скважин GTK
 - Точка, соответствующая группе скважин GTK R358-R372

- Расположение рекомендуемых скважин для первоочередного бурения на лицензионной площади Vailkorgi. По данным вертикальных геотермических разрезов GA5, GA6.
- Рекомендуемые скважины для первоочередного бурения на лицензионной площади Vailkorgi. По данным вертикальных геотермических разрезов GA5, GA6.
- Буровые скважины GTK
- Угловая стрелка, показывающая разворот разреза

Примечания:

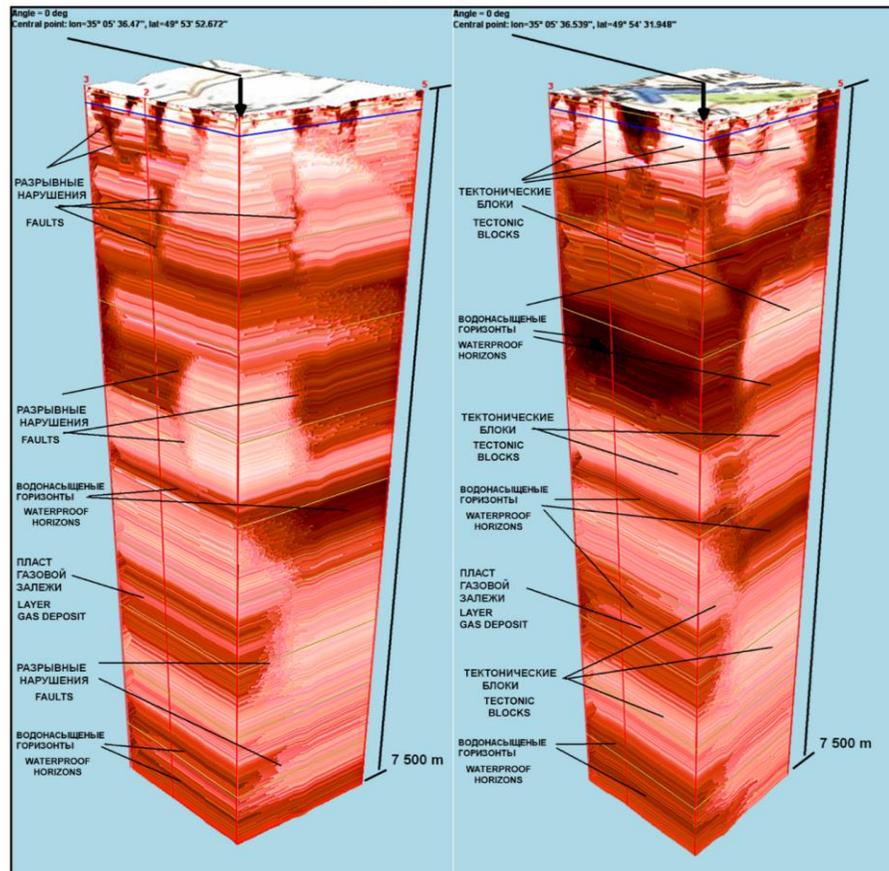
- 1) Описание горных пород геологического разреза приведено на рисунках 5.25, 5.26 (Лист №12 "Приложение 5" Книги 2)
- 2) Координаты и глубины скважин, рекомендуемых для первоочередного бурения на Лицензионной площади Vailkorgi приведены на Рис. 5.27-5.33 (Лист №13 "Приложения 5" Книги 2)

Пример построения и интерпретации объемных вертикальных разрезов по данным геотермического 3-D куба

Построение геотермической модели 3D куба

ОБЪЕМНЫЕ ВЕРТИКАЛЬНЫЕ РАЗРЕЗЫ
построены по данным геотермического 3D куба

VOLUME VERTICAL CUTS
built according to the geothermal 3d cube



Пример построения и интерпретации объемных вертикальных разрезов по данным геотермического 3-D куба

В основе аксонометрических проекций лежат квадраты [основой может быть плоская фигура любой геометрической формы], вырезающие фрагменты из тела 3D куба. Используя специализированные программные средства, полученные объемные разрезы, можно увеличивать и уменьшать, вращать и поворачивать под любым углом. Для целей наиболее наглядного представления деталей разреза.

Пример интерпретации объемных геотермических вертикальных разрезов с указанием блочных структур и разрывных нарушений, отображением водонасыщенных горизонтов и газовых залежей.

Оптимальные масштабы построения 3D моделей. Возможности съема информации с модели 3D куба

Используя метод РТТ и возможности спутниковых радио-тепловизорных данных можно создавать 3D модели Земли или других планет в масштабах от М1:50 000 000 до М1:10 000. Зависит от глобализации или детализации геологических задач. В ближайшее время можно ожидать получение материалов с использованием низколетающих летательных аппаратов для построения 3D моделей в масштабах М1:5 000 до М1:500.

Съем информации в любой точке 3D куба возможен построением горизонтальных разрезов любой формы и размеров по огибающей рельефа местности или путем среза (как ножом) с заданной дискретностью расстояния между слоями.

Съем информации в любой точки 3D куба возможен также построением вертикальных разрезов любой протяженности с шагом дискретности пиксела по горизонтали. Или построением 3D объемных разрезов (перспектива) любой формы в любом направлении с шагом дискретности пиксела по горизонтали и вертикали. С любой верхней подложкой которая заложена в базе данных (карта, снимок, рельеф, тематическая карта и др.).

Дискретность, точность, детализация по площади и по глубине

Детализация приповерхностных скин-слоев зависит от детализации тепловых ИК – снимков. Например, ИК-снимки тематического картографа Landsat-8, считаются корректными для масштабов работ не крупнее М 1:25 000 по горизонтали и не крупнее М 1:10 000 по вертикали. ИК-снимки тематического картографа Aster, можно считать корректными для масштабов работ не крупнее М 1:10 000 - М 1:5 000.

Для этих и более крупных масштабов так же можно использовать спутниковые радиометры: AVHRR, MODIS, AMSR, SSMI, WINDSAT, VIIRS, ATMS и другие.

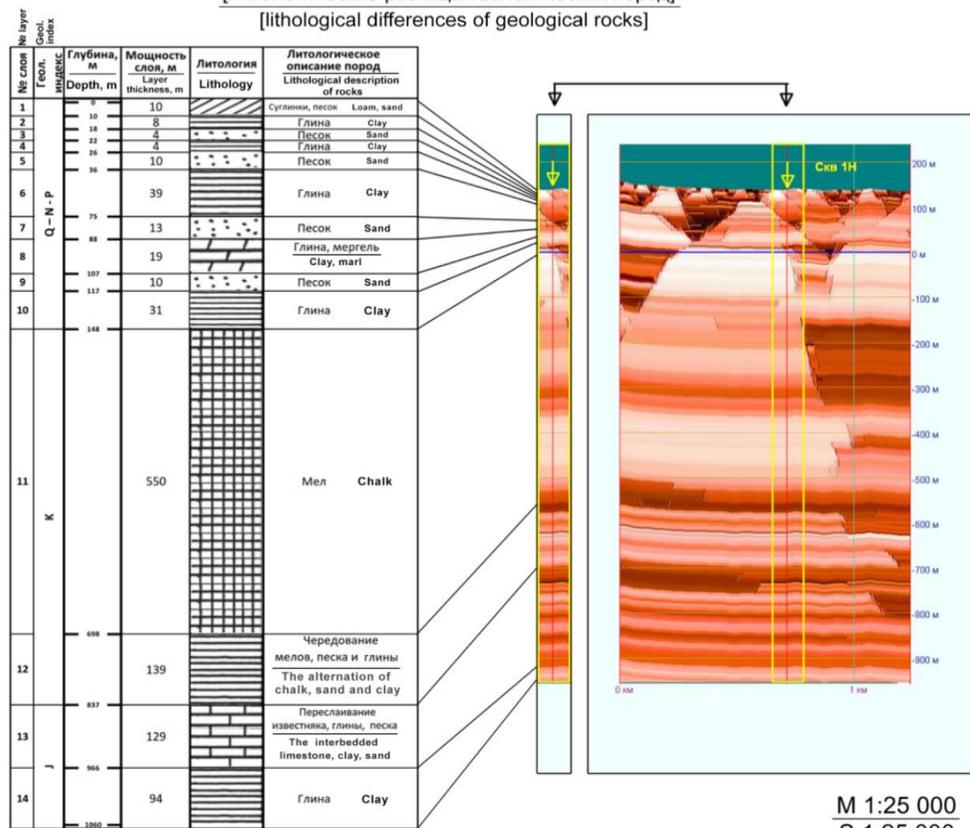
Существуют технологии восстановления разрешающей способности изображений: ИК-снимки можно реализовать в масштабах работ в 2-5 раза детальнее (используя технологии восстановления разрешающей способности, детализации изображений). С глубиной детализация падает. Но ее также можно восстанавливать с использованием технологий восстановления изображений. Практически можно детализировать изображения, используя материалы Landsat и Aster до 2.5 м и 1.25 м соответственно.

Примеры детализации геологического разреза на вертикальном геотермическом разрезе показаны на **слайде 17**, где четко выделяются цветом и тоном литологические разности пород, выделенные по данным бурения.

Выделение литологических интервалов разреза скважины по данным РТТ

ФРАГМЕНТ ЛИТОЛОГИЧЕСКОЙ КОЛОНКИ И
ГЕОТЕРМИЧЕСКОГО ВЕРТИКАЛЬНОГО РАЗРЕЗА
FRAGMENT OF LITHOLOGICAL COLUMN AND
GEOTHERMAL VERTICAL CUT

[литологические различия геологических пород]
[lithological differences of geological rocks]



M 1:5 000
S 1:5 000

интервал фрагмента разреза от дневной поверхности до глубины 1060 м

Fragment interval from the surface to a depth of 1060 m

ЛЕГЕНДА
LEGEND

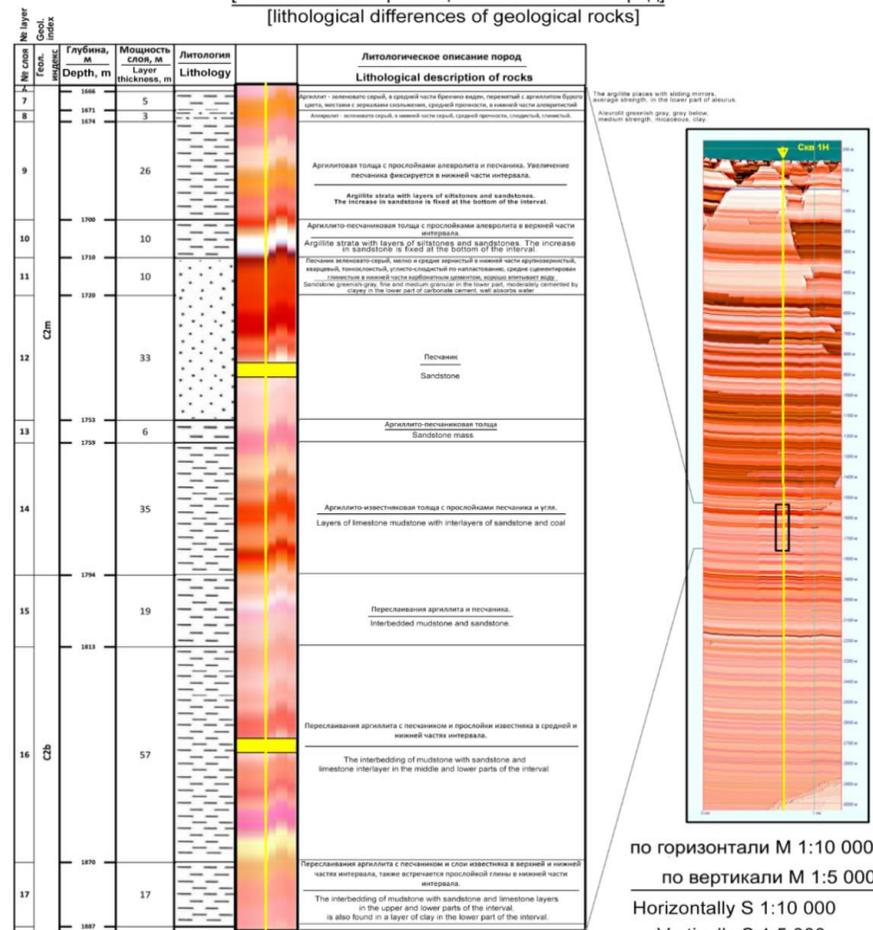
линия расположения
скважины

well location

линия уровня моря
sea level line

ФРАГМЕНТ ЛИТОЛОГИЧЕСКОЙ КОЛОНКИ И
ГЕОТЕРМИЧЕСКОГО ВЕРТИКАЛЬНОГО РАЗРЕЗА
FRAGMENT OF LITHOLOGICAL COLUMN AND
GEOTHERMAL VERTICAL CUT

[литологические различия геологических пород]
[lithological differences of geological rocks]



по горизонтали M 1:500
Horizontally S 1:500

по вертикали M 1:250
Vertically S 1:250

ЛЕГЕНДА LEGEND

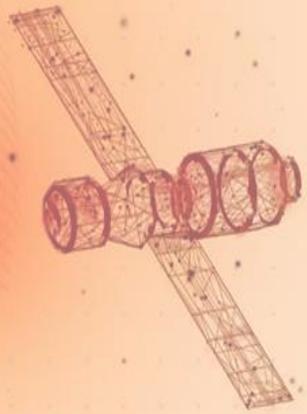
линия шкалы глубин
в абсолютных отметках
depth scale line
in absolute elevations

линия размещения скважины
well location line

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

Horizontally S 1:10 000
Vertically S 1:5 000

2. ПОИСК И КАРТИРОВАНИЕ РУДНЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ



Калибровка модели

Калибровка модели 3D куба осуществляется для уточнения положения и глубины залегания структурных неоднородностей предполагаемой рудной залежи, путем сравнения с эталонным объектом например, разведанной залежи. Для этих целей используется, в роли эталонного объекта, информация существующих геологических скважин или действующих рудников.

Калибровка модели выполняется для каждого объекта поисков, в зависимости от полезного ископаемого и геолого-тектонических условий региона.

Для корреляции используется график зависимости номенклатуры слоя (множества слоев) от глубины. Данные получены эмпирическим путем при калибровке. Выделяется полезный слой по однозначным (защищенным) геологическим материалам.

Следует отметить: чем больше используется достоверного геологического материала по исследуемому участку (выборка), тем точнее калибровка, и как следствие, геотермический куб максимально отображает геологическое строение исследуемой площади и пространственное положение полезной залежи.

Наша база данных содержит информацию о более 500 тестовых участках – наиболее известных эндогенных месторождений золота, серебра, сурьмы, алмазов, примеры успешной эксплуатации которых известны в мире. При отсутствии данных поисково-разведочного бурения или других геологических исследований по заданной площади, применяется метод аналогий.

Основные подходы при РТТ- исследованиях для поисков рудных полезных ископаемых. Глубинные факторы

В работе применяется классический подход в поисках ПИ – от общего к частному, от регионального к локальному, от исследований крупных мантийных разломов до детального картирования отдельных фрагментов разломных зон: масштаб исследований от 1:50 000 000 до 1:25 000 с детализацией полезных структур в масштабе 1:5 000.

Из накопленного опыта исследований золоторудных месторождений, алмазов и других полезных ископаемых эндогенного генезиса установлена связь залежей с мантийными (корневыми) разломами, что подтверждается работами многих мировых ученых.

Результатом региональных исследований глубинной структуры известных коренных месторождений (золота, платины, серебра, меди, полиметаллов, алмазов) является построение геотермических разрезов на основании расчетных моделей: 3D кубов месторождений. Известные участки служат тестовыми для изучения глубинных факторов формирования рудоносных геологических формаций, спектрального анализа и ретроспективного прогноза минерализации металлов в ранге предполагаемого рудного кластера.

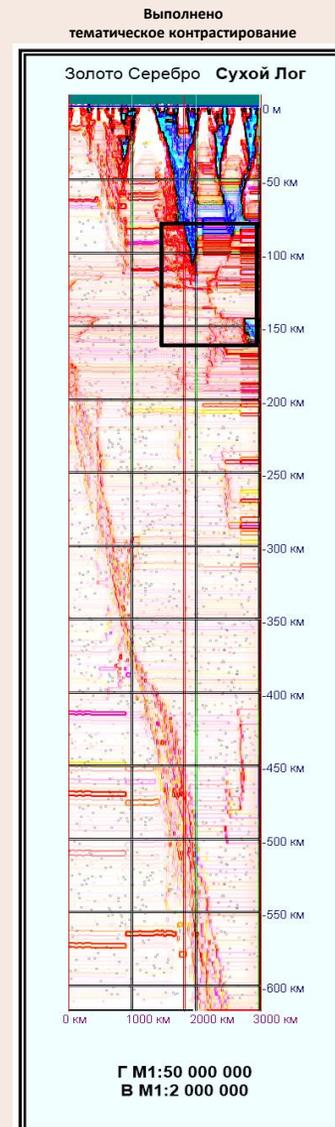
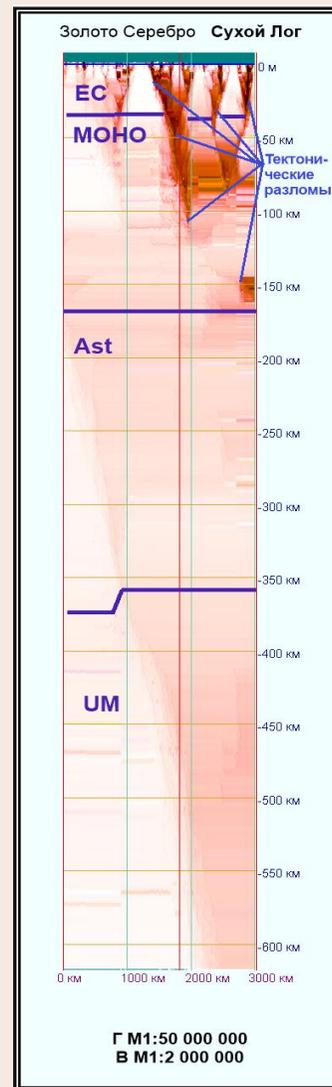
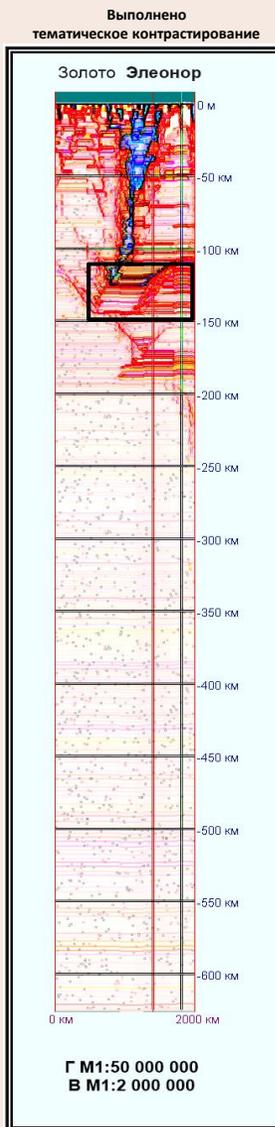
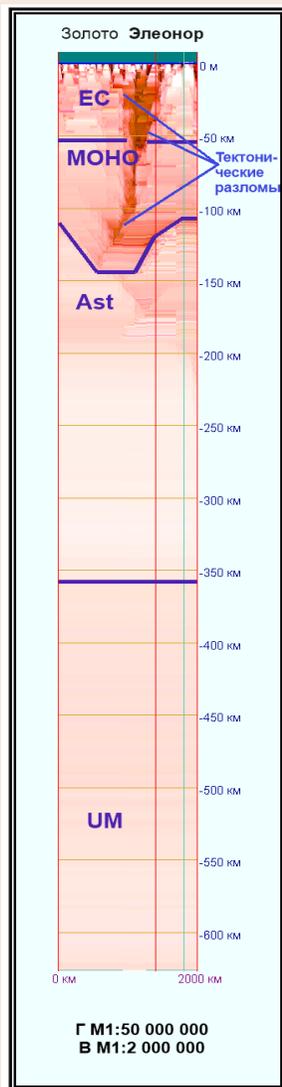
Ниже показаны примеры регионального изучения некоторых известных месторождений металлов (**слайды 17-19**).

Примеры тестовых участков для калибровки модели и анализа глубинных факторов при поисках рудных залежей металлов

Тестовые участки
 “Элеонор” (Канада) -
 золото, “Сухой Лог”
 (Россия) – золото,
 серебро

Условные обозначения:

- EC** Земная кора
- МОНО** Граница земной коры
- Ast** Астеносфера
- UM** Верхняя мантия
- Линия уровня моря
- Линия расположения месторождения

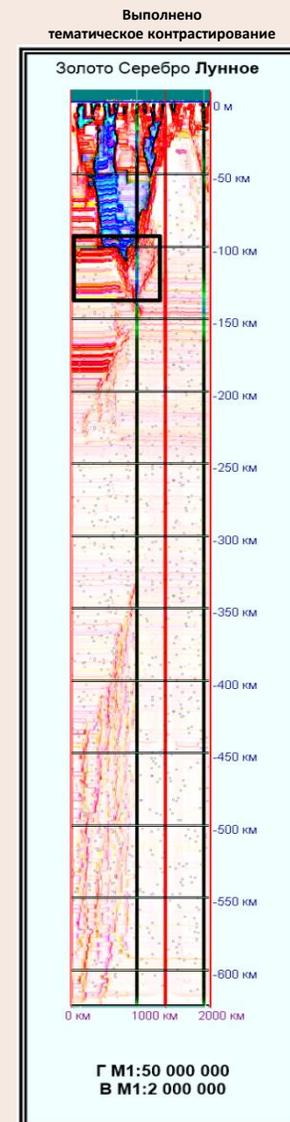
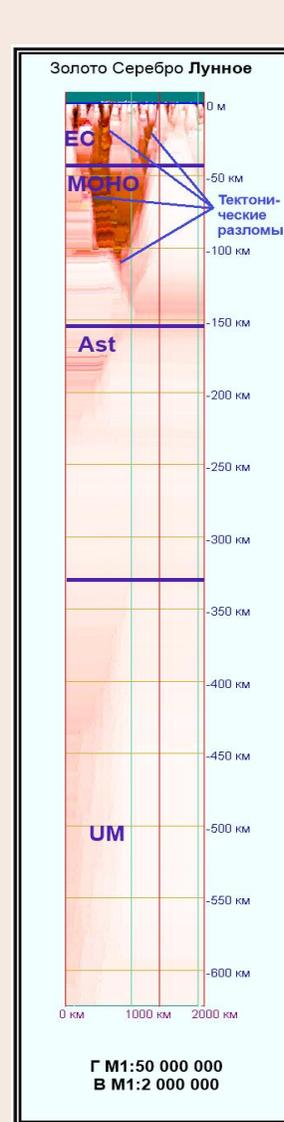
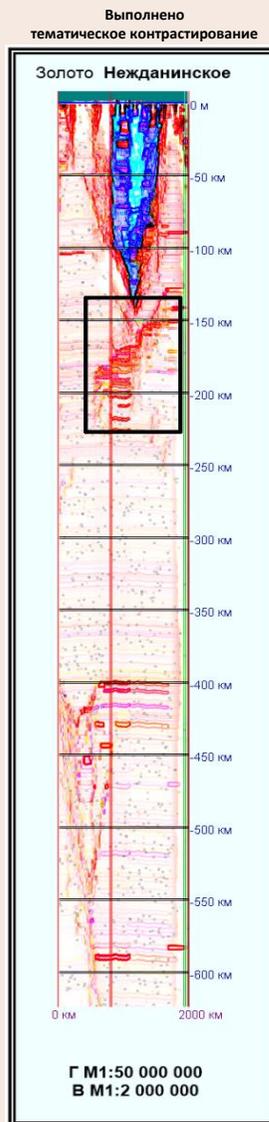
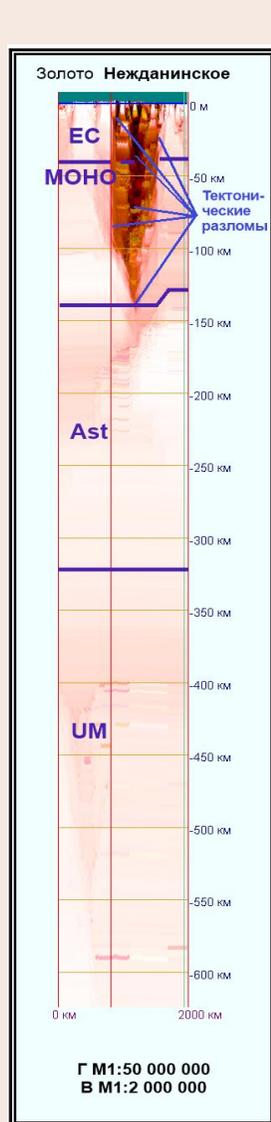


Примеры тестовых участков для калибровки модели при поисках рудных залежей металлов

Тестовые участки
 “Нежданинское”
 (Россия) - золото,
 “Лунное” (Россия) –
 золото, серебро

Условные обозначения:

- EC** Земная кора
- МОНО** Граница земной коры
- Ast** Астеносфера
- UM** Верхняя мантия
- Линия уровня моря
- Линия расположения месторождения



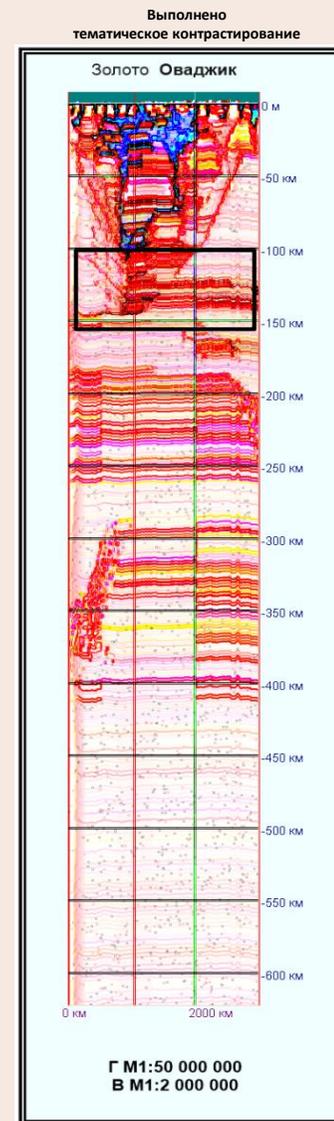
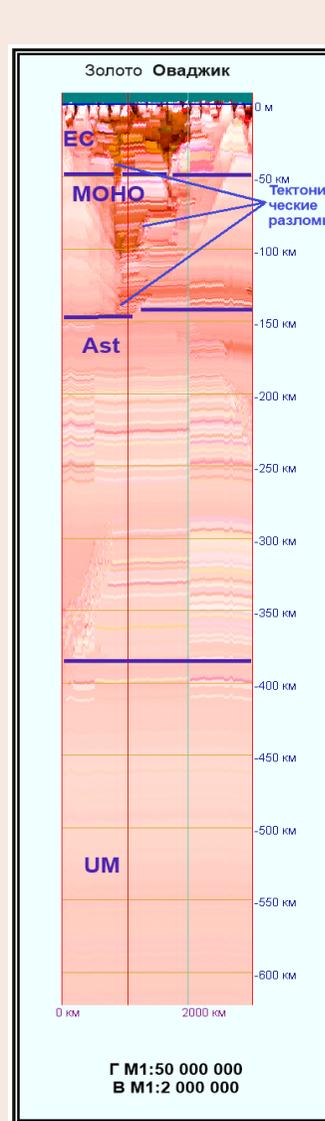
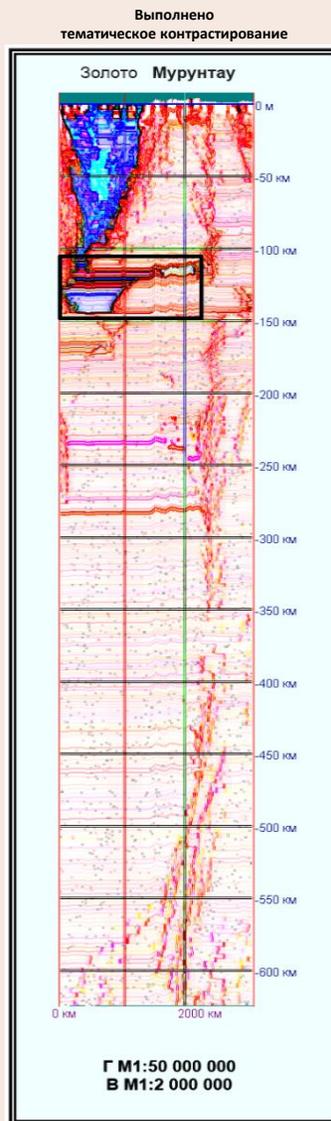
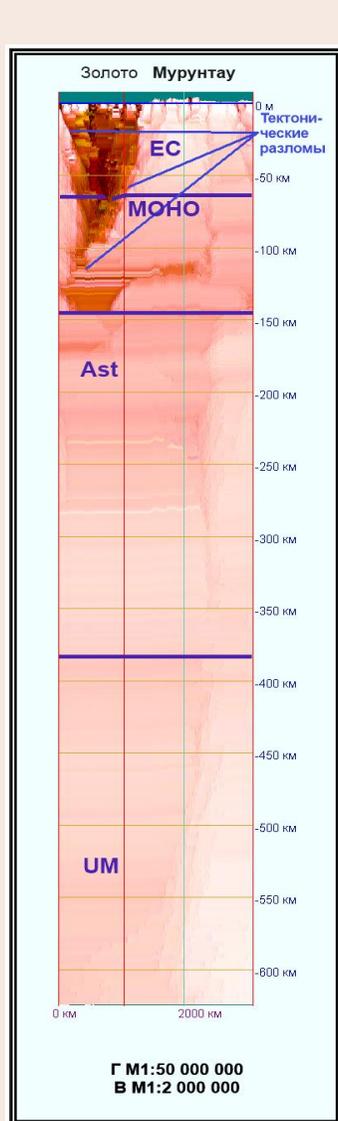
Примеры тестовых участков для калибровки модели при поисках рудных залежей металлов

Тестовые участки
 “Мурунтау” - золото
 (Узбекистан), “Овачик”
 (Турция) - золото

Условные обозначения:

- EC** Земная кора
- МОНО** Граница земной коры
- Ast** Астеносфера
- UM** Верхняя мантия

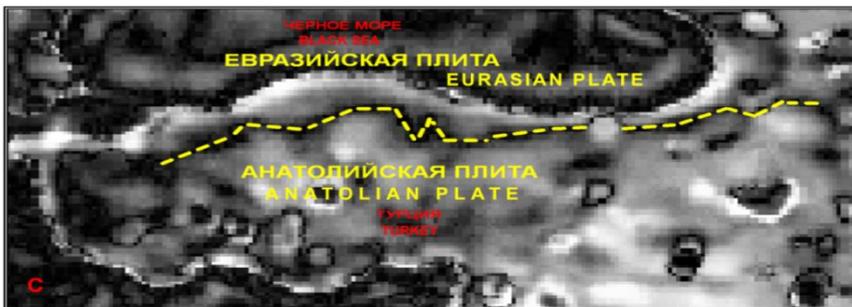
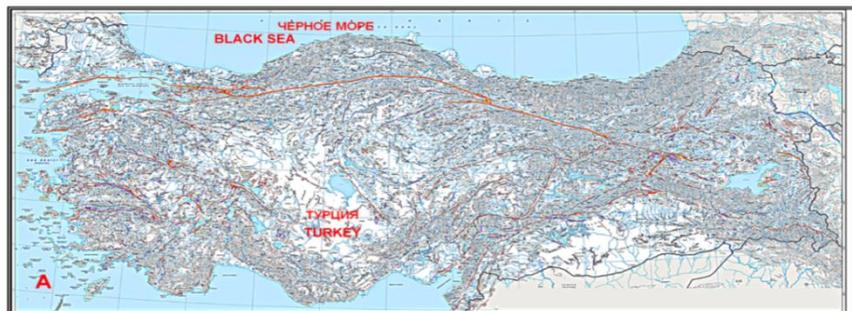
- Линия уровня моря
- Линия расположения месторождения



Разломы, выделенные методом РТТ

ФРАГМЕНТ СЕВЕРО-АНАТОЛИЙСКОГО РАЗЛОМА
Пример тектонического разлома, выявленного с использованием радиотепловизорных технологий [РТТ]

FRAGMENT OF THE NORTH ANATOLIAN FAULT
An example of a tectonic fault identified using radio thermal imaging technologies [RTT]



ЛЕГЕНДА LEGEND

 Линия Северо-Анатолийского разлома
The line of the North-Anatolian fault

- A. Карта активных разломов Турции
- B. Результирующий фрагмент радиотепловизионного спутникового снимка
- C. Результирующий фрагмент радиотепловизионного спутникового снимка с отображением линии Северо-Анатолийского разлома

Картирование глубинных разломов месторождений ПИ – основа поисков методом Радио-Тепловизионной Технологии дистанционного зондирования Земли, так как, структурно-тектоническая неоднородность рудовмещающей среды контролирует пространственную локализацию оруденения.

Разрывные нарушения являются ярким примером неоднородностей геотермического поля.

Алгоритм Программы обработки космических снимков предусматривает блоковое строение земной коры.

Блоки любого порядка отделены друг от друга нарушениями сплошности.

Разломы, выделенные методом РТТ

Geological zoning. The Thrace Basin, Turkey. Турция. Геологическое районирование. Бассейн Фракии.

A. Geological cross section. N.Görür, A.I. Okay [Istanbul Technical University] A. Вертикальный геологический разрез
 B. Geothermal cross section Radio-Thermal Technology, Remote sensing. [2018] B. Вертикальный геотермический разрез

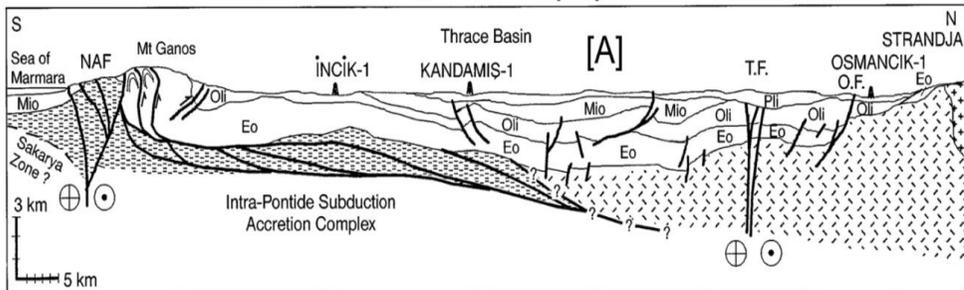
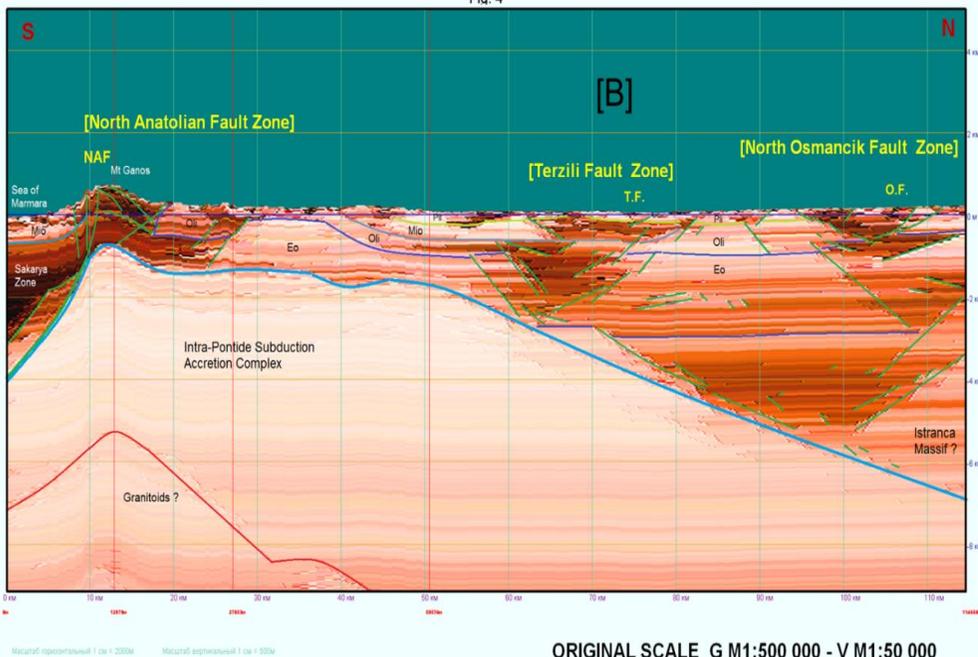
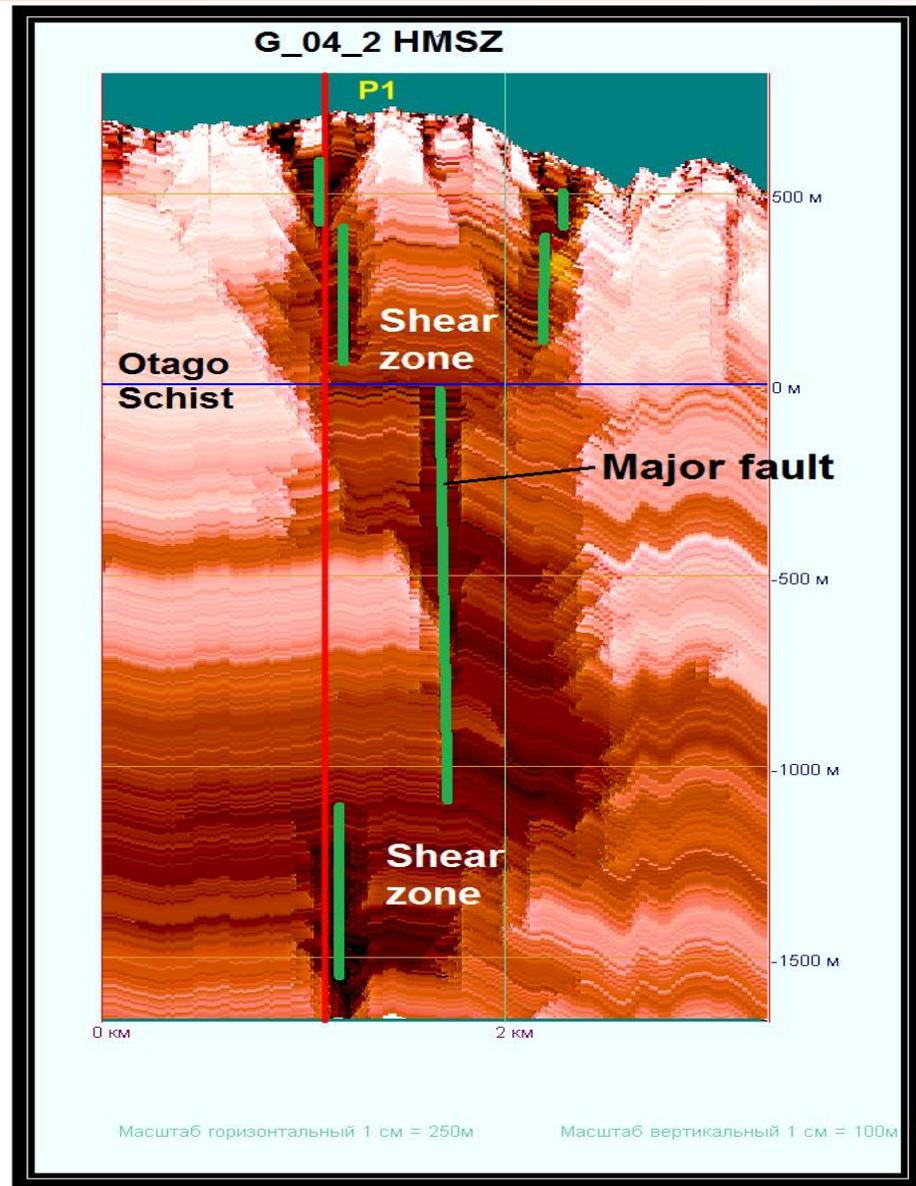


Fig. 4



Сопоставительные геологический [A] и геотермический [B] разрезы, показывающие структурные связи между бассейном Фракия и окружающими тектоническими провинциями

Разломы, выделенные методом РТТ



Пример построения и интерпретации вертикальных разрезов по данным геотермического 3-D куба с выделением зон тектонических разломов

Основные критерии выделения зон минерализации металлов в геологическом массиве

- 1** Рудовмещающие зоны находятся в диапазоне спектра коэффициентов излучения заданных металлов (**слайд 25**). В данном диапазоне могут присутствовать также элементы первичных ореолов рассеяния и сопутствующие металлы.;
- 2** Рудовмещающими структурами являются крутопадающие зоны разломов и разрывных нарушений и их узлы пересечения, приуроченные к региональным разломам более высокого порядка, а также зоны расланцевания, примыкающие к разлому, горизонтального и субгоризонтального залегания;
- 3** Тектоническая позиция площади в зоне глубинного разлома мантийного заложения – рудоподводящей структуры.

Как правило, промышленное оруденение накапливается в мобильных тектонических блоках (межблоковом пространстве), испытавших разнопеременные перемещения на протяжении геологической истории развития района. Таким образом, определяющими в размещении зон полезной минерализации и рудных залежей являются тектонические факторы, и, в первую очередь, приуроченность месторождения к зоне крупного глубинного разлома – главнейшего регионального рудоподводящего канала. Крупные дизъюнктивы, сопряженные с зоной разлома, рассматриваются в качестве важнейших рудораспределяющих структур.

Примеры использования метода РТТ для поисков рудных залежей металлов

Возможности Радио-Тепловизорных Технологий для поиска рудных залежей металлов изложены в статьях *"Использование метода Радио-Тепловизорной Технологии для поиска рудных залежей металлов платиновой группы, в том числе палладия"* ([ссылка](#)) и *"Использование метода Радио-Тепловизорной технологии для поиска залежей литиевых руд"* ([ссылка](#)), где применяя "Физику процесса распознавания рудных образований с использованием технологий РТТ" раскрыты особенности дешифрирования, визуализации и распознавания рудных залежей с применением коэффициента излучения элементов горных пород и рудной составляющей. Приведена таблица Типовых коэффициентов излучения материалов [ϵ] (**слайд 25**) и соответствующая им цветосинтезированная шкала объемной геотермической модели участка геологического массива. Контраст радиояростной температуры, $\Delta T_{\text{я}} = \epsilon \Delta T_{\text{э}}$ фиксирует заполнение рудной составляющей более «горячими» металлами, в сравнение с «прохладными» вмещающими гранитами. Показано, что калибровка модели и последующая интерпретация выполнена по материалам поисково-разведочных работ на месторождении, в том числе по данным буровых скважин.

Примеры использования метода РТТ для поисков рудных залежей металлов

Типовые коэффициенты излучения материалов [ϵ]

Шкала	Качественная цветосинтезированная шкала	Обозначение	Материал / Элемент	Коэффициент излучения ($\lambda = 8..14 \mu\text{m}$)	
				Min	Max
0,01		Au	Золото	0.01	0.1
0,02		Ag	Серебро	0.02	0.2
		Mg	Магний	0.02	0.1
		Cr	Хром	0.02	0.2
		Cd	Кадмий	0.02	
		W	Вольфрам	0.03	
		Li	Литий	0.04	0.09
0,05		Pd	Палладий	0.05	
		Cu	Медь	0.05	0.1
		Hg	Ртуть	0.05	0.15
0,08		Fe	Железо	0.05	0.2
0,1		Ni	Никель	0.07	0.08
		Pt	Платина	0.08	
		Mo, Zn	Молибден, Цинк	0.1	
		Al	Алюминий	0.1	0.3
		Be	Бериллий	0.18	
		Sb	Сурьма	0.28	0.31
		Bi	Висмут	0.34	
		Pb	Свинец	0.4	0.43
0,5			Гранит	0.4	
0,7		Ti	0.5	0,6	
		Базальт	0.7		
		Уголь	0.8	0.9	
0,9		Песок	0.9		
		Вода, Кварц	0.93		
0,95		Глина, Гравий, Мрамор белый	0.95		

Использование метода Радио-Тепловизорной Технологии для поиска рудных залежей металлов платиновой группы, в том числе палладия

В работе ([ссылка](#)) рассмотрены возможности метода Радио-Тепловизорной Технологии для поиска рудных залежей металлов платиновой группы, в особенности – палладия, на примере Еланского месторождения Воронежского кристаллического массива. На геотермических разрезах показана столбообразная геологическая структура (интрузия) главного рудного тела, содержащего палладий и другие элементы платиновой группы. Отслежено глубинное происхождение рудных залежей платиноидно-медно-никелево-палладиевых месторождений, связь рудных структур с дайками.

В качестве исходных данных использовалась информация, полученная со спутников Земли в радиотепловом диапазоне электромагнитных волн. Интерпретация термодинамических аномалий выполнялась с использованием результатов исследований Член-корреспондента РАН Чернышова Н.М. и Чернышовой М.Н. "Сульфидные платиноидно-медно-никелевые месторождения Еланского типа (геология, закономерности размещения, минералого-геохимические особенности руд). Геолого-генетическая модель формирования. (Чернышов Н.М. 1998)", "Мамонский и Еланский типы сульфидных платиноидно-медно-никелевых месторождений ВКМ (Чернышов Н.М., Чернышова М.Н. 2008)« и другие.

По результатам исследований методом РТТ в масштабе 1:5 000 (горизонтальный и вертикальный) на площади Еланского месторождения построен трехмерный куб и 18 вертикальных разрезов с шагом 100 м. Шаг исследований может быть различным, исходя из масштаба исследований, поставленных задач и пространственных размеров картируемых структур в геологическом массиве. Глубина исследований: до горизонта -3000 м в абсолютных отметках.

Использование метода Радио-Тепловизорной Технологии для поиска рудных залежей металлов платиновой группы, в том числе палладия

В качестве иллюстрации в данной работе приведены вертикальные разрезы G 3 и V 5 (*слайды 28, 29*), проходящие через интрузию, которая включает главное рудное тело, содержащее палладий и сопутствующие металлы. Кроме того, построено 3 горизонтальных среза (слайса) по горизонтам: +100 м, -500 м, -2200 м в абсолютных отметках (*Слайд 30*).

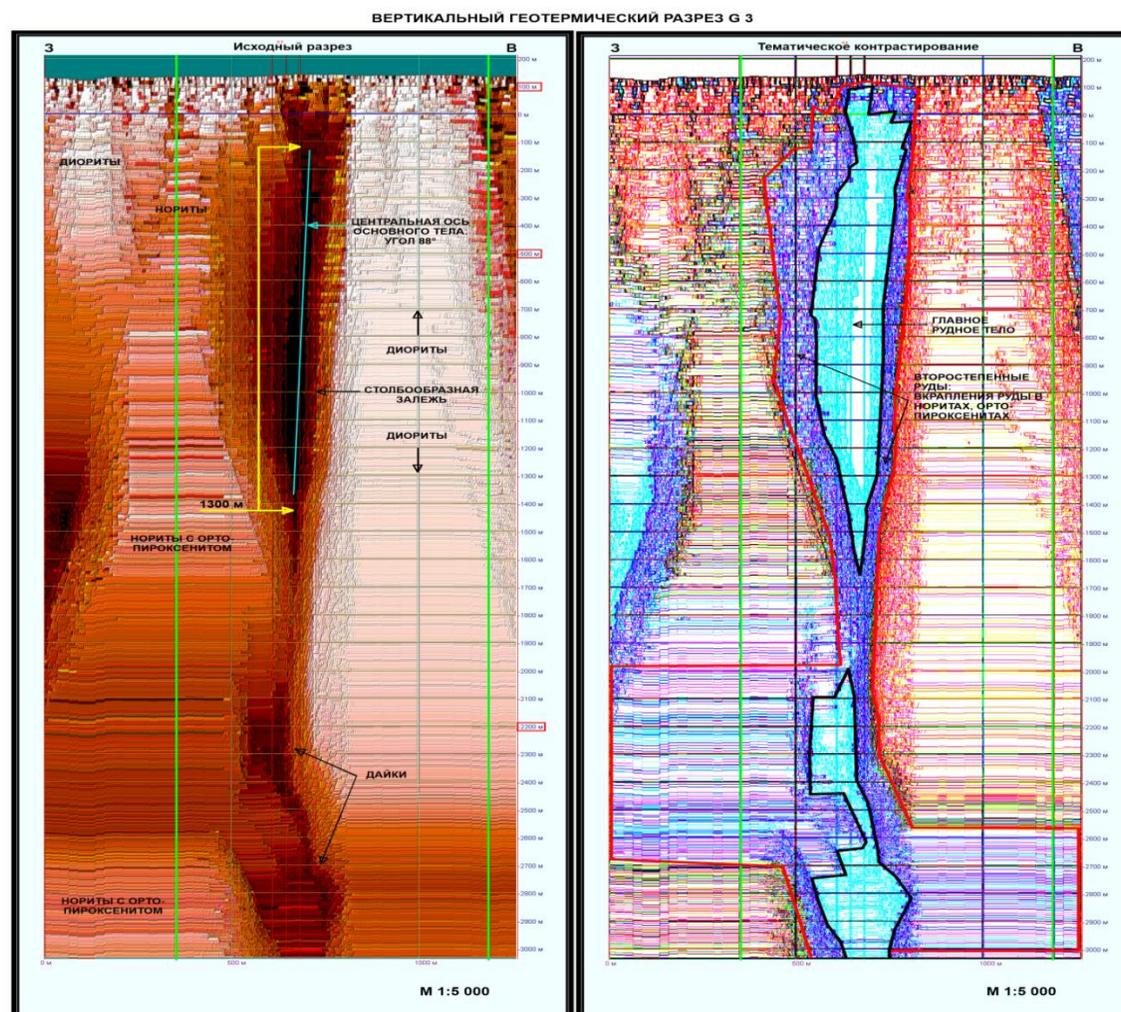
Главное рудное тело хорошо оконтуривается по результатам спектрального анализа в виде геотермической аномалии, соответствующей столбообразной залежи норит-диоритовой фазы. Рудное тело падает на восток под углом 88°. На север - 86°, т.е. практически вертикально. Размер аномалии по вертикали: 900-1300 м, сечением 100-300 м в интервале глубин – 120÷-1420 м (в абсолютных отметках). Вмещающие породы: нориты, нориты с ортопироксенитом, диориты, гранодиориты.

По периферии залежи выделяются вкрапления руды в норитах и ортопироксенитах. Ниже рудного тела зафиксирована дайка, что подтверждает многофазность интрузии, а глубинный (мантийный) характер формирования залежи хорошо иллюстрируется на горизонтальном срезе (*Слайд 29*), где «корень» рудного тела распространяется на глубину -2200 м и более.

Следует отметить, что столбообразный характер рудных тел и зон Еланского месторождения подтвержден геологическими исследованиями до глубины 1500 м.

Использование метода Радио-Тепловизионной Технологии для поиска рудных залежей металлов платиновой группы, в том числе палладия

Еланское месторождение.
Вертикальный геотермический разрез G 3 запад-восток

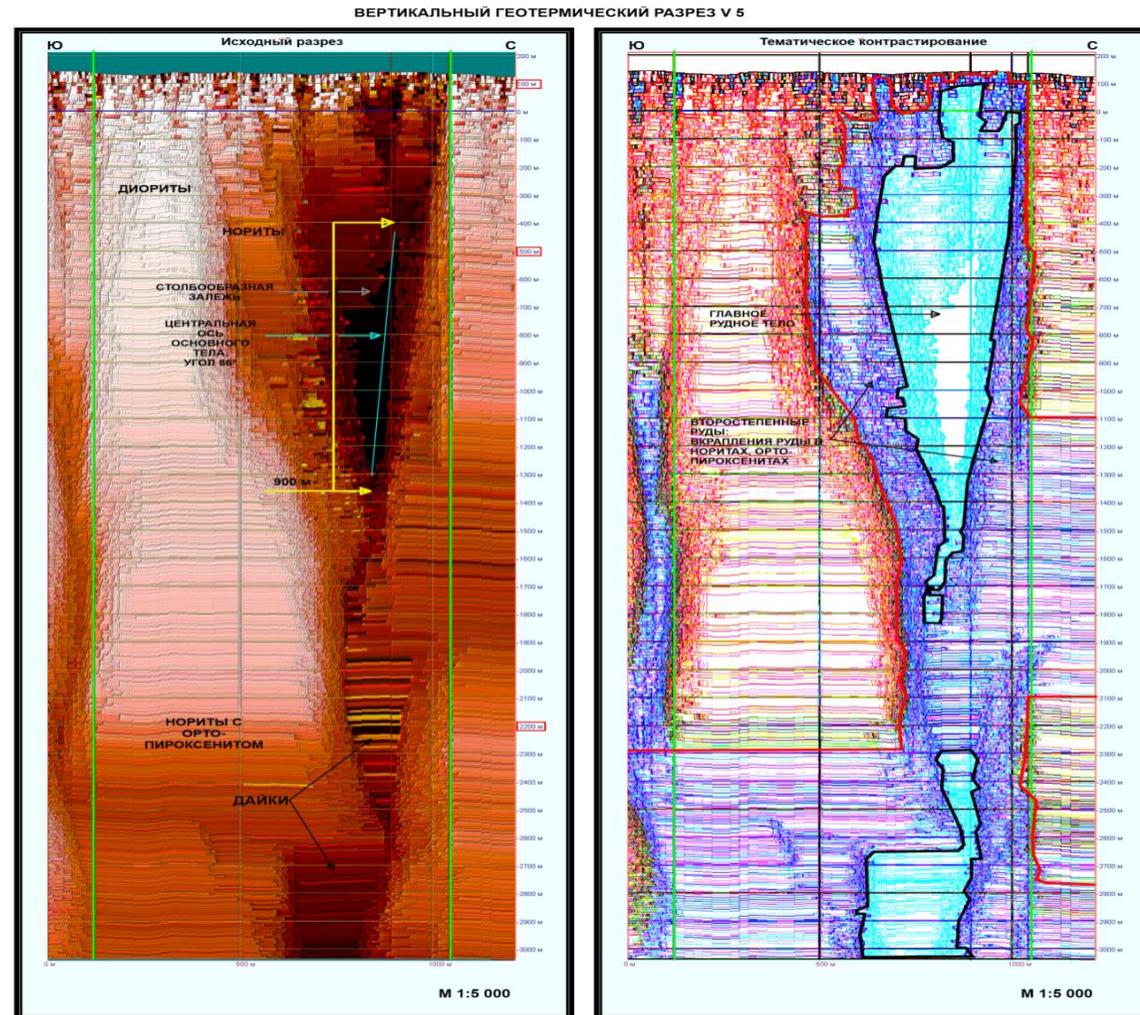


Легенда:

- Линия уровня моря
- | Линия границ лицензионного участка
- 500 Глубина горизонтального среза
- Рудное тело главное [Платина, Медь, Никель, Палладий] *
- Рудное тело второстепенное [Золото, Серебро, Родий, Осмий, Иридий, Рутений, Селен, Теллур, Молибден, Мышьяк, Сурьма, Висмут, Свинец] *

Использование метода Радио-Тепловизионной Технологии для поиска рудных залежей металлов платиновой группы, в том числе палладия

Еланское месторождение.
Вертикальный геотермический разрез V 5 юг-север



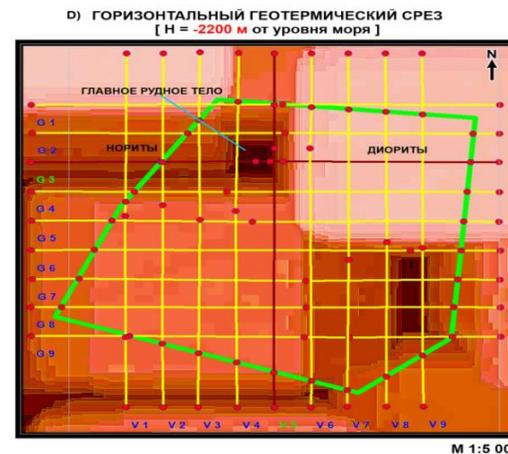
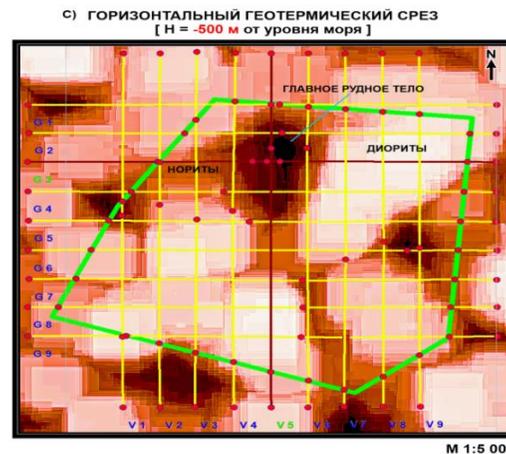
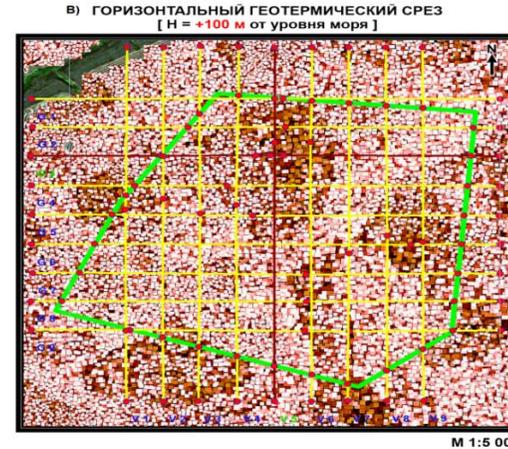
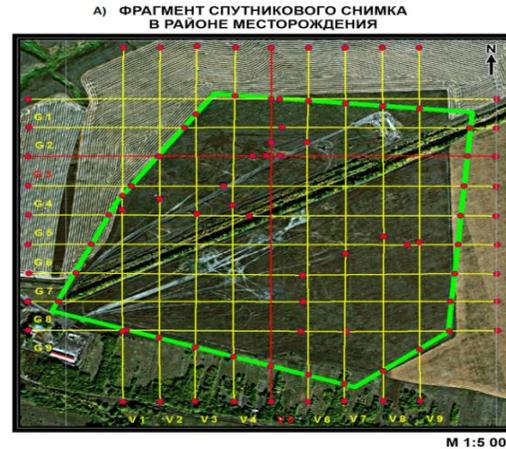
Легенда:

- Линия уровня моря
- | Линии границ лицензионного участка
- 500 Глубина горизонтального среза

- Рудное тело главное [Платина, Медь, Никель, Палладий] *
- Рудное тело второстепенное [Золото, Серебро, Родий, Осмий, Иридий, Рутений, Селен, Теллур, Молибден, Мышьяк, Сурьма, Висмут, Свинец] *

Использование метода Радио-Тепловизионной Технологии для поиска рудных залежей металлов платиновой группы, в том числе палладия

Еланское месторождение. А – линии разрезов на спутниковом снимке, В, С, D – горизонтальные геотермические срезы



- Легенда:
- Линии границ лицензионного участка
 - Линии расположения вертикальных разрезов
 - Линии расположения тестовых вертикальных разрезов G 3, V 5

Использование метода Радио-Тепловизорной Технологии для поиска рудных залежей металлов платиновой группы, в том числе палладия

Результаты представленной работы позволяют констатировать, что метод ДЗЗ РТТ способен выявлять рудные месторождения, в том числе, платиноидно-медно-никелевые-палладиевые и других сопутствующих металлов. Это наглядно демонстрируют вертикальные геотермические разрезы (*слайды 28, 29*) и горизонтальные срезы (*слайд 30*).

Полный анализ материалов, позволяет сделать следующие выводы:

- глубинная, более одного километра структура, в виде столбообразной залежи в поперечнике - округлой формы;
- центральная ось основного рудного тела находится в пределах близких к углу 90 градусов;
- залежь формировалась по направляющей в виде спирали, против часовой стрелки;
- отслеживается путь формирования рудной залежи из мантийных глубин Земли;
- по коэффициенту излучения элементов геологического разреза и соответствующим спектрам цветовой шкалы можно предположить, что геологическая структура имеет рудное образование, содержит элементы платиновой группы металлов.

Использование метода Радио-Тепловизорной Технологии для поиска залежей литиевых руд

В работе ([ссылка](#)) рассмотрены возможности метода Радио-Тепловизорной Технологии для поиска залежей литиевых руд на примере одного из самых крупных месторождений в Европе - Полоховского месторождения Полоховского кристаллического массива Украинского щита.

По площади построено 2 вертикальных геотермических разреза в масштабе 1:5 000 до горизонта -1200 м в абс. отм., проиллюстрировано на **слайдах 33, 34**. Линия разреза 5-5, совмещенная с геологическим разрезом, что дает возможность сопоставления геотермической аномалии с данными бурения. Для визуализации рудной залежи применено контрастирование.

На геотермических разрезах показана вертикальная геологическая структура (интрузия) главного рудного тела, содержащего литий и другие сопутствующие элементы. Отслежено глубинное происхождение рудных залежей литиевых месторождений, связь столбообразных рудных структур с аплит-пегматитовыми гранитами.

В качестве исходных данных использовалась информация, полученная со спутников Земли в радиотепловом диапазоне электромагнитных волн.

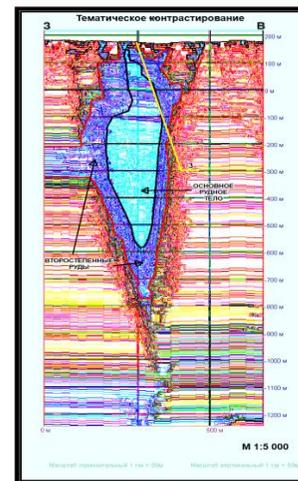
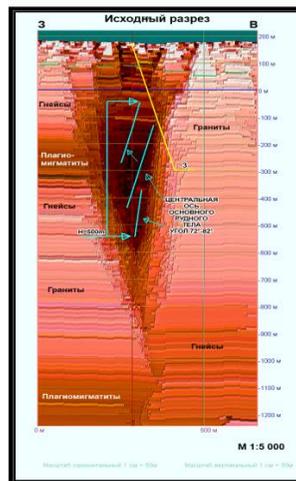
Калибровка модели и интерпретация термодинамических аномалий в данной работе выполнена с использованием результатов геологических поисково-разведочных работ, в том числе данных буровых скважин по материалам ДНВП «Геоінформ України», а также результатов исследований ученых: Бакаржиева А.Х., Иванова Б.Н., Калашник А.А., Курило С.И., Старостенко В.И., Гинтова О.Б. и др.

В целом, учитывая глубинные факторы формирования месторождений лития и сопутствующих металлов на верхних структурных горизонтах земной коры из мантийных рудогенных компонентов, наглядно показаны возможности метода РТТ для пространственного картирования рудных залежей, металлогенического районирования, прослеживания редкометального оруденения по глубине.

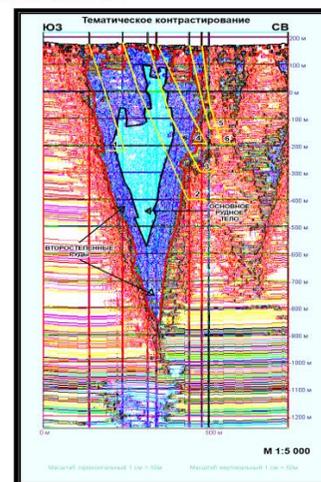
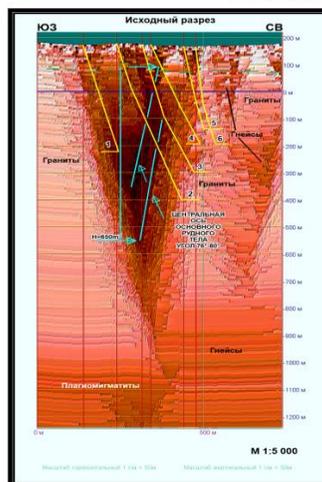
Использование метода Радио-Тепловизионной Технологии для поиска залежей литиевых руд

Полоховское месторождение. Вертикальные геотермические разрезы G 09 (А) запад - восток, 5-5 (В) юго-запад - северо-восток

А - ВЕРТИКАЛЬНЫЙ ГЕОТЕРМИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ G 09



В - ВЕРТИКАЛЬНЫЙ ГЕОТЕРМИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ 5-5



Легенда:

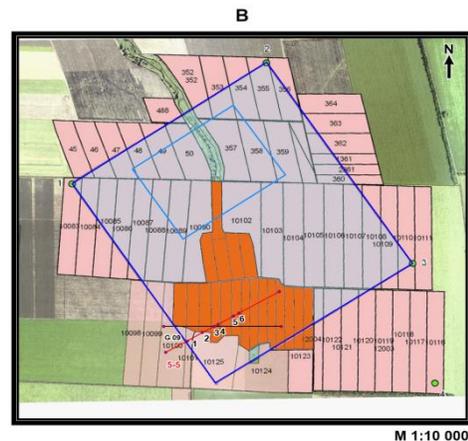
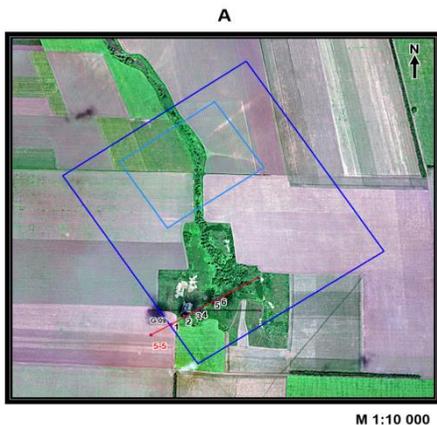
-  Линия уровня моря
-  Рудное тело главное [Литий]
-  Рудное тело второстепенное
-  Граница коры выветривания



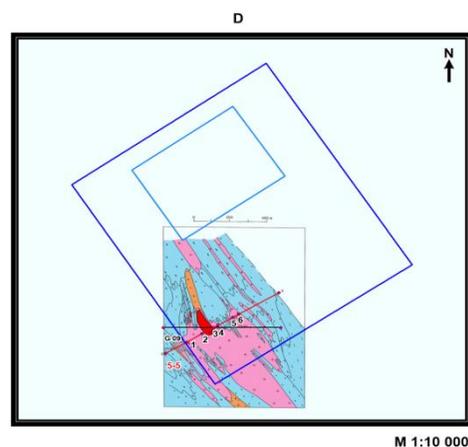
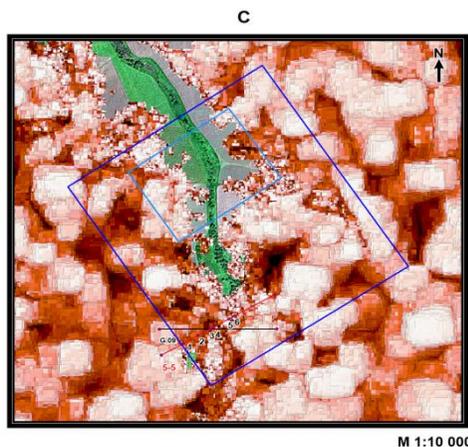
Линия ствола буровой скважины и ее номер на геотермическом разрезе. Соответствующие номера скважин на геологическом разрезе показаны на Рисунке 3

Использование метода Радио-Тепловизионной Технологии для поиска залежей литиевых руд

Полоховское месторождение. А – Линии разрезов на спутниковом снимке, В – линии разрезов на лицензионных участках, С – горизонтальный геотермический срез на отметке + 160 м от уровня моря, D – линии разрезов на геологической карте месторождения



Источник : веб-ресурс <https://crime-ua.com/statti/20160628/ltly>



Легенда:

- | Линии границ лицензионного участка ООО "Укрлитийдобыча"
- | Линии границ геолого-прогнозных работ КП "Киевгеология"
- | Линии расположения вертикальных геотермических разрезов

Center of Aerospace Technologies Ltd

Address: 26, Antim Pervi str., Burgas, 8000, Bulgaria;

tel.: +38 067 632 91 01

tel.: +359 89 462 00 30

e-mail: vl.bagriyan@gmail.com