



ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А. П. КАРПИНСКОГО

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РУДНЫХ ОБЪЕКТОВ**  
**на основе комплекса аэро- и наземных геофизических методов**  
**при региональном геологическом изучении недр**

*Леденгский Р. А., Лазарев А.Ф.*

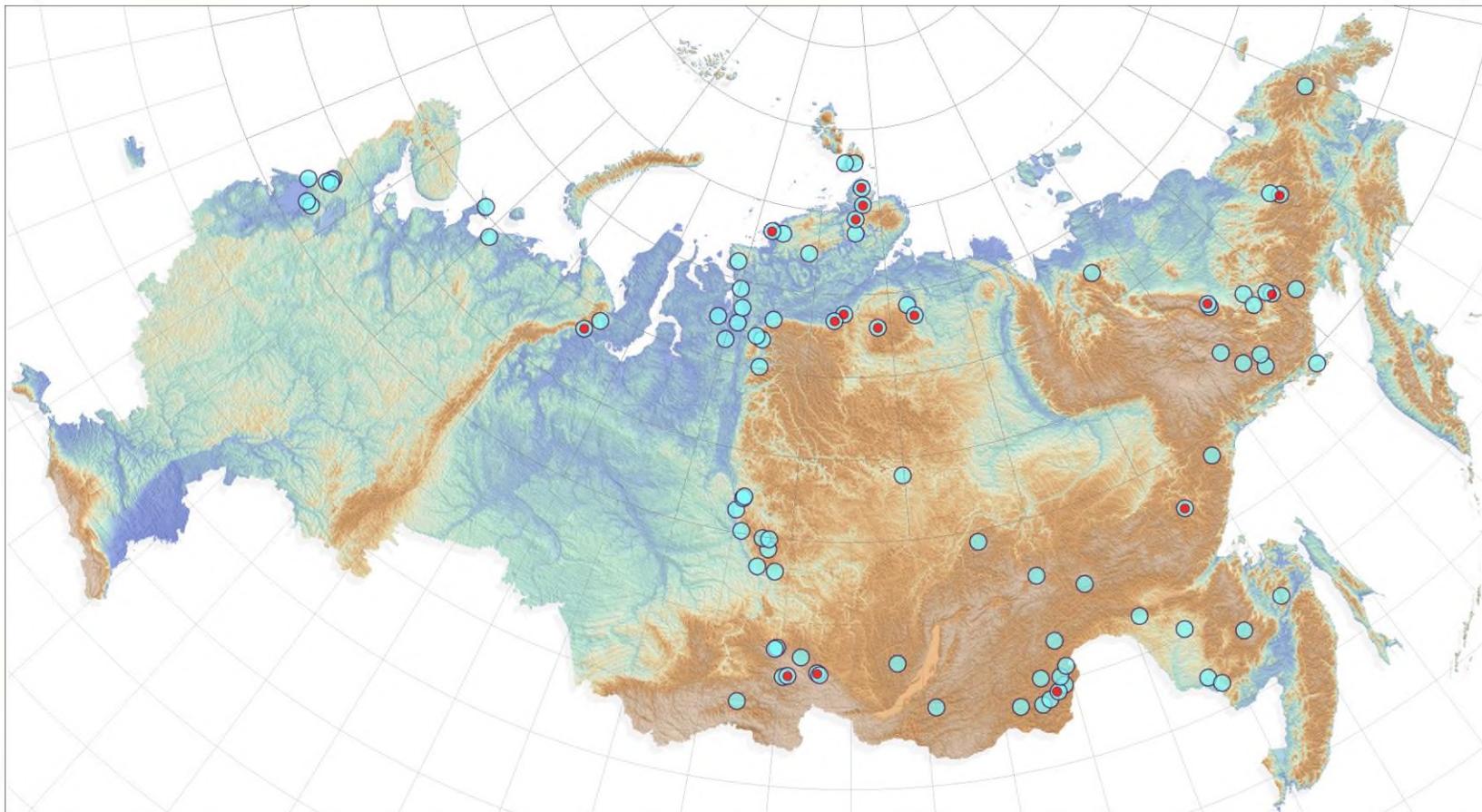
## Направления деятельности Норильского филиала в рамках ГДП-200

2

Норильский филиал в рамках ГДП-200 выполняет комплекс исследований, включающий аэрогеофизическую съемку масштаба 1:50000 с целью создания современной геофизической основы и прогнозирования ПИ, и наземные геолого-геофизические работы масштаба 1:25000 на выделенных по аэроданным перспективных участках с целью заверки аэрогеофизических аномалий и оценки перспектив выявления рудных объектов.

	Стадия 1	Стадия 2
<b>Этап ГРР</b>	Региональное геологическое изучение недр и прогнозирование ПИ	
<b>Цели</b>	Геофизическое обеспечение геолого-съёмочных работ масштаба 1:200 000 и оценка перспектив территории на твердые полезные ископаемые	Заверка аэрогеофизических аномалий и оценка перспектив участка на выявление рудопроявлений и месторождений
<b>Задачи</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Составление комплекта геофизических карт и их трансформаций;</li> <li>2. Геологическая интерпретация геофизических данных;</li> <li>3. Выделение перспективных участков для постановки поисковых работ с рекомендаций по дальнейшему их проведению.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Составление комплекта геофизических карт и их трансформаций;</li> <li>2. Геологическая интерпретация геофизических данных с проверкой обоснованности и достоверности прогнозных построений;</li> <li>3. Выделение участков, перспективных на обнаружение рудной минерализации, с подсчетом прогнозных ресурсов</li> </ol>
<b>Виды работ</b>	Комплексная аэрогеофизическая съемка масштаба 1:50 000 <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>аэромагнитная;</b></li> <li>▪ <b>аэроэлектроразведочная;</b></li> <li>▪ <b>аэрогамма-спектрометрическая.</b></li> </ul> Площади работ: $n \cdot 10\,000 \text{ км}^2$	Наземная геофизическая съемка масштаба 1:25 000 <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>магниторазведка;</b></li> <li>▪ <b>гамма-спектрометрия;</b></li> <li>▪ <b>электроразведка ВП-СГ;</b></li> <li>▪ <b>электротомография;</b></li> <li>▪ <b>геологическое сопровождение с отбором проб.</b></li> </ul> Площади работ: $n \cdot 10 \text{ км}^2$
<b>Результаты</b>	Выделение перспективных участков ранга рудного узла Площадь: $n \cdot 10 \text{ км}^2$	Выделение перспективных участков ранга рудного поля Площадь: $n \cdot 1 \text{ км}^2$

За многолетнюю производственную практику Норильским филиалом исследовано аэрогеофизическими и наземными геолого-геофизическими работами более сотни объектов, расположенных в различных регионах Российской Федерации и за рубежом, как по заказу Федерального агентства по недропользованию, так и по договорам с частными компаниями. Некоторые из работ придали поисковый импульс открытию месторождений и рудопроявлений, таких как Кингаш, Благодатное, Быстринское и другие.



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
ПО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЮ**



**НОРНИКЕЛЬ**



**ПОЛЮС**



**РУССКАЯ ПЛАТИНА**



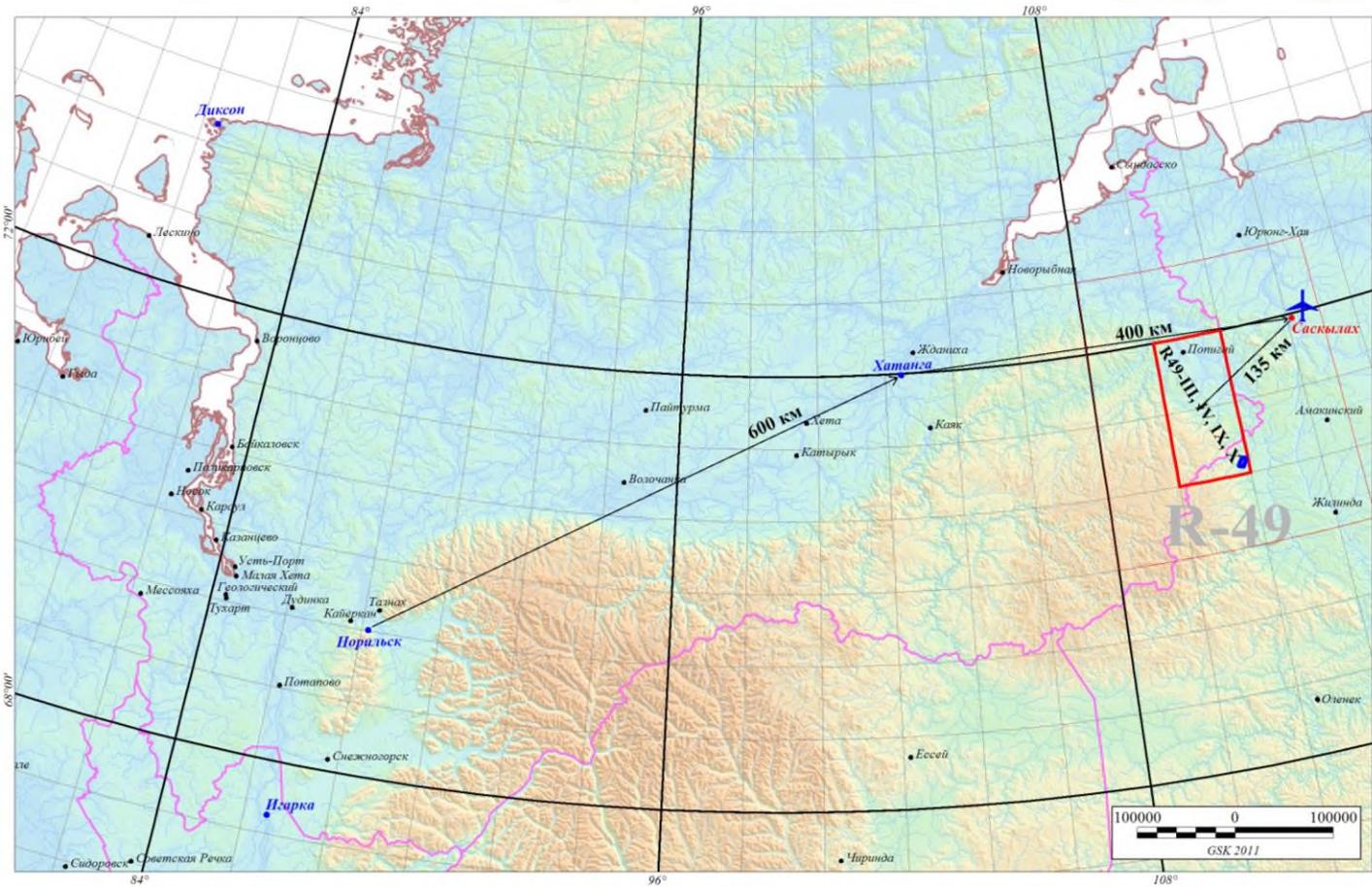
**ПОЛИМЕТАЛЛ**



**CATOSA**  
SOCIEDADE MINERA  
DE CATOCA LDA.







□ Попига́йская площадь    ■ Участок Восточный

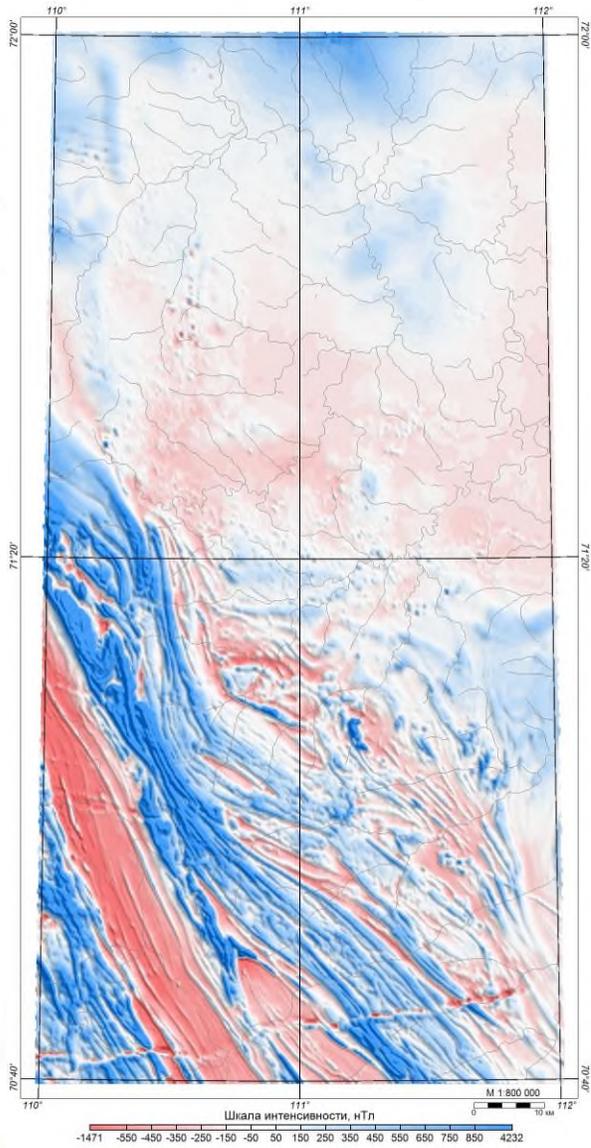
На примере работ на Попига́йской площади при ГДП-200 будут продемонстрированы стадийность и методический подход Норильского филиала к прогнозированию оруденения по результатам аэро- и наземных геофизических исследований.

Данный комплексный подход повышает эффективность всего геологоразведочного процесса и инвестиционную привлекательность выделенных перспективных участков.

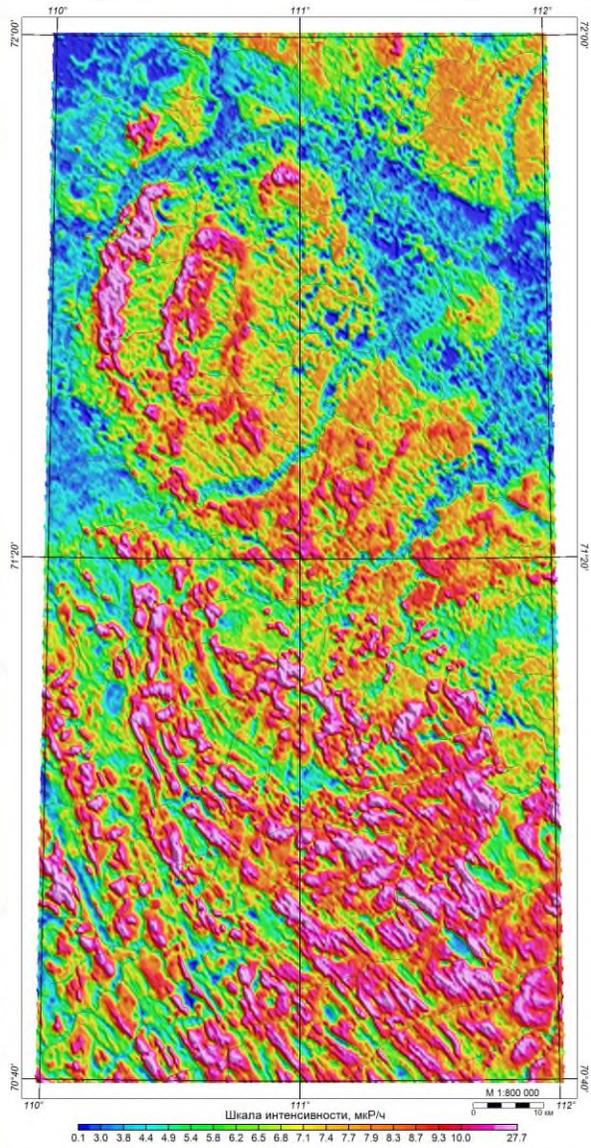
В 2022 году выполнена **комплексная аэрогеофизическая** (аэромагнитная, аэрогамма-спектрометрическая и аэроэлектроразведочная) съемка масштаба 1:50 000.

В 2023 году выполнена **наземная геофизическая** (магниторазведка, гамма-спектрометрия, электротомография) съемка масштаба 1:25 000 на перспективном участке «Восточный».

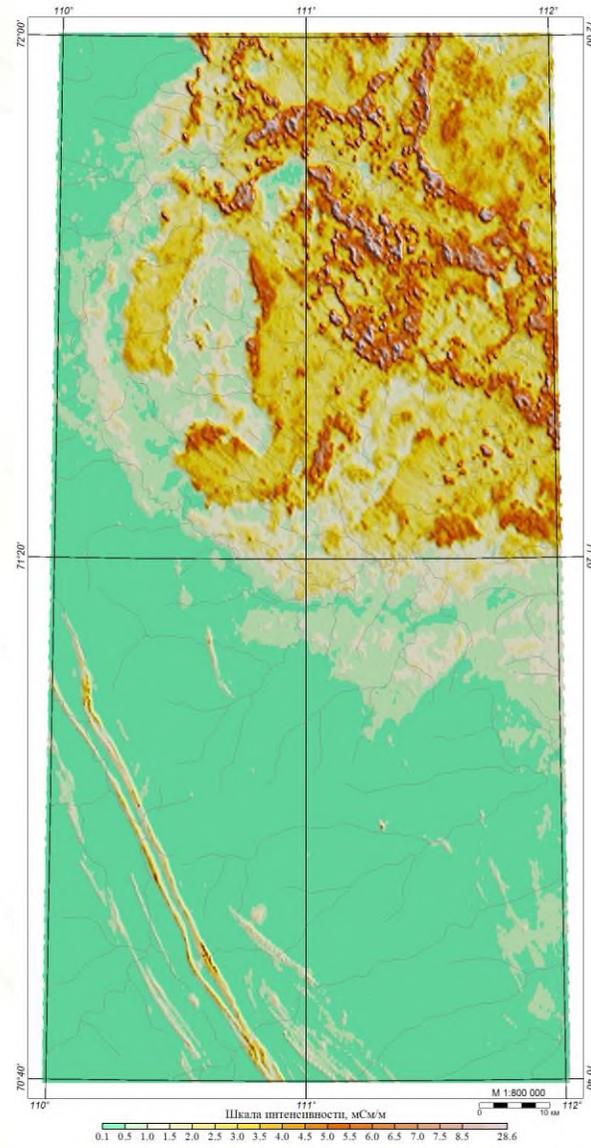
# Исходные геофизические поля



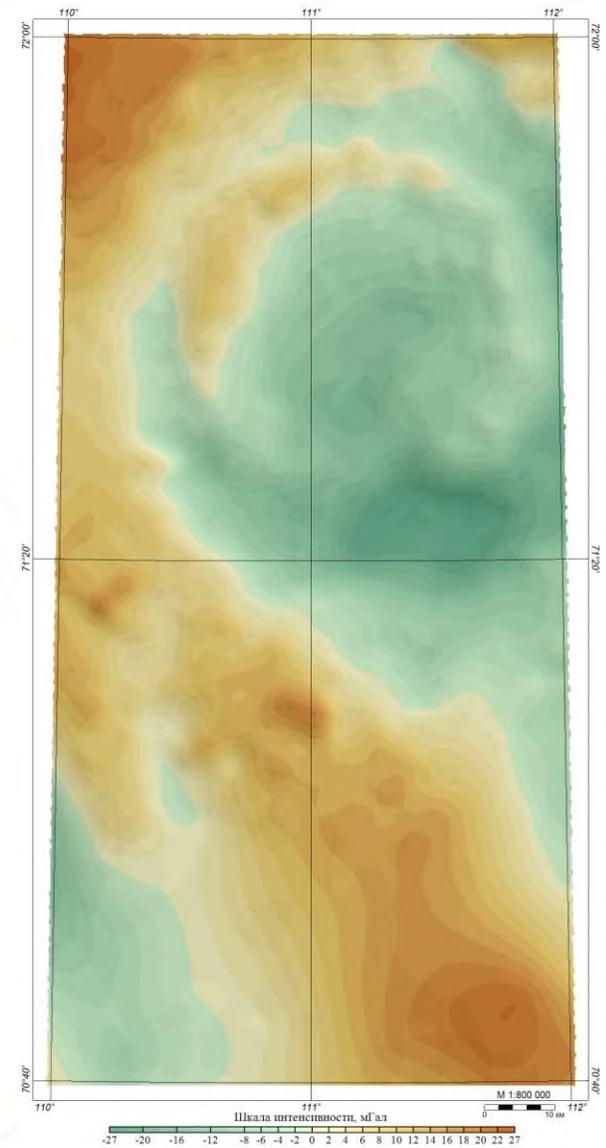
Аномальное магнитное поле



Мощность дозы суммарного гамма-излучения



Эффективная удельная электропроводность



Гравитационное поле





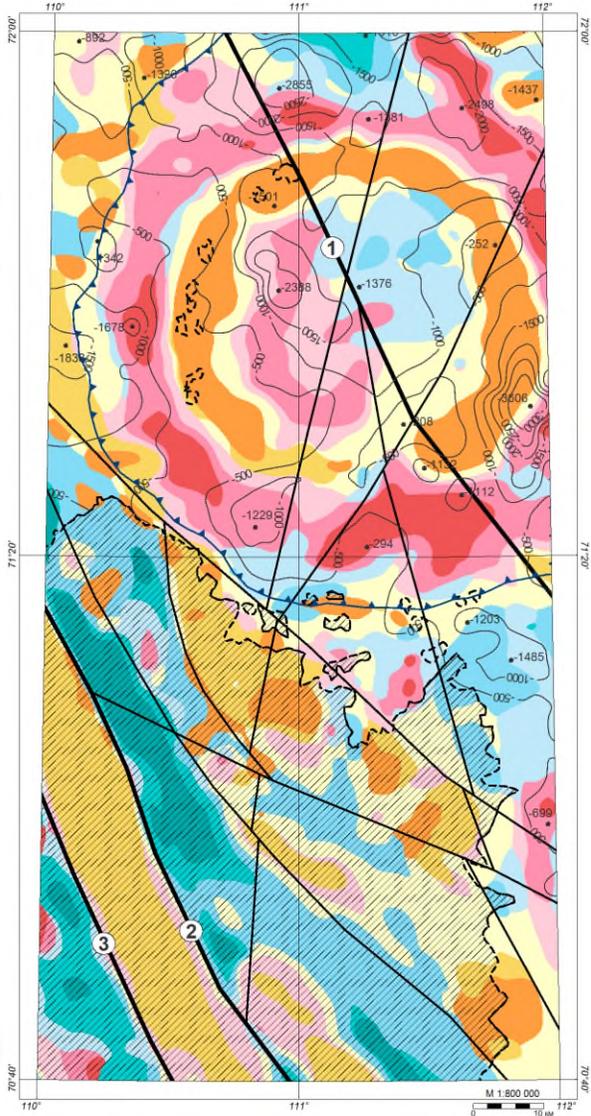


Схема среднеглубинного районирования

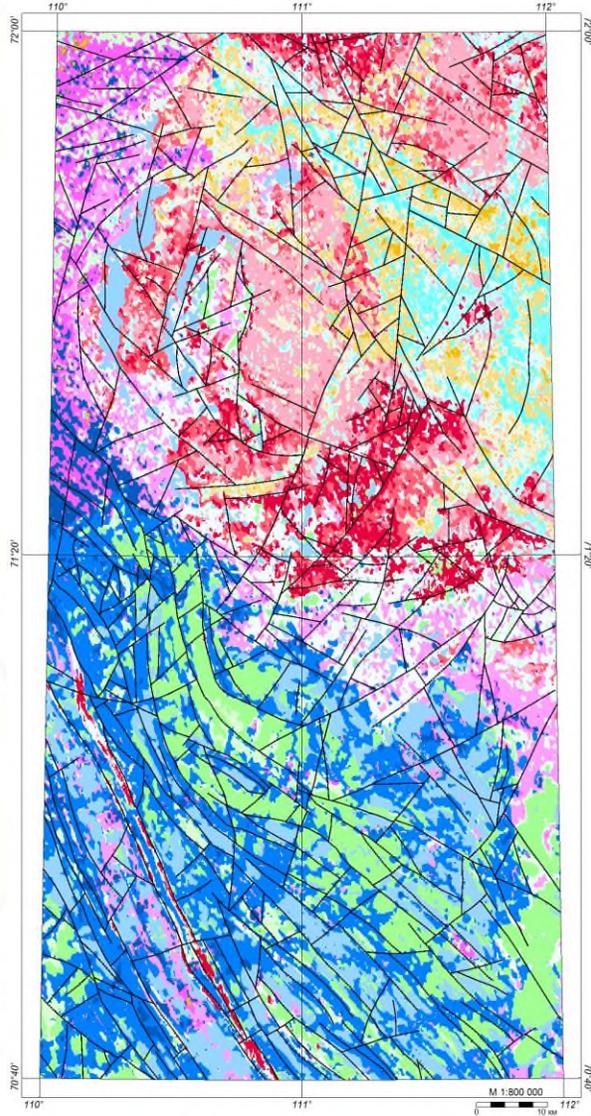
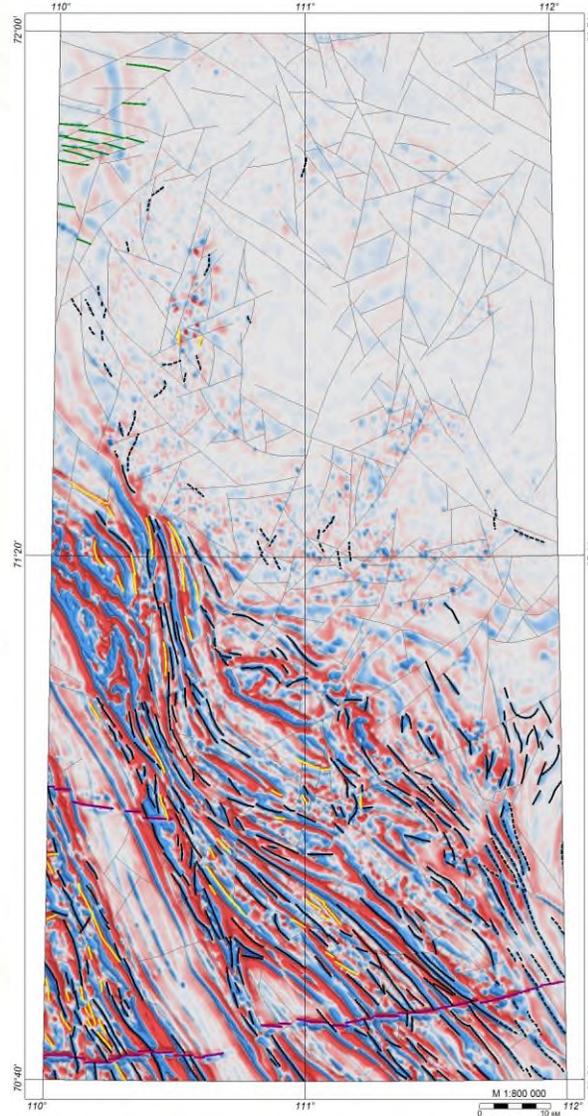
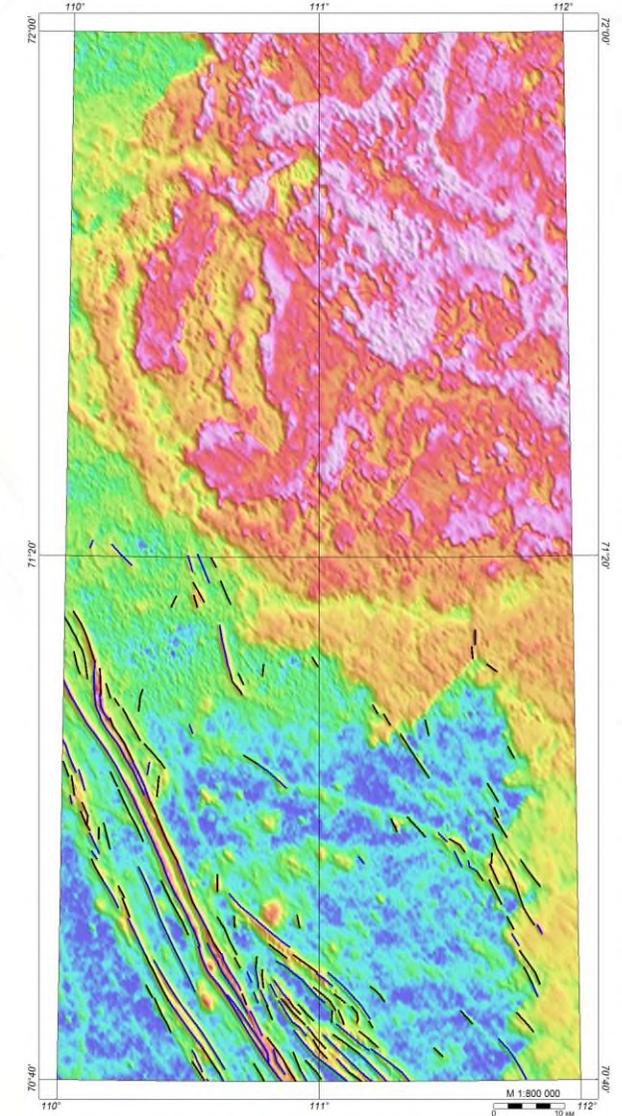


Схема приповерхностного районирования



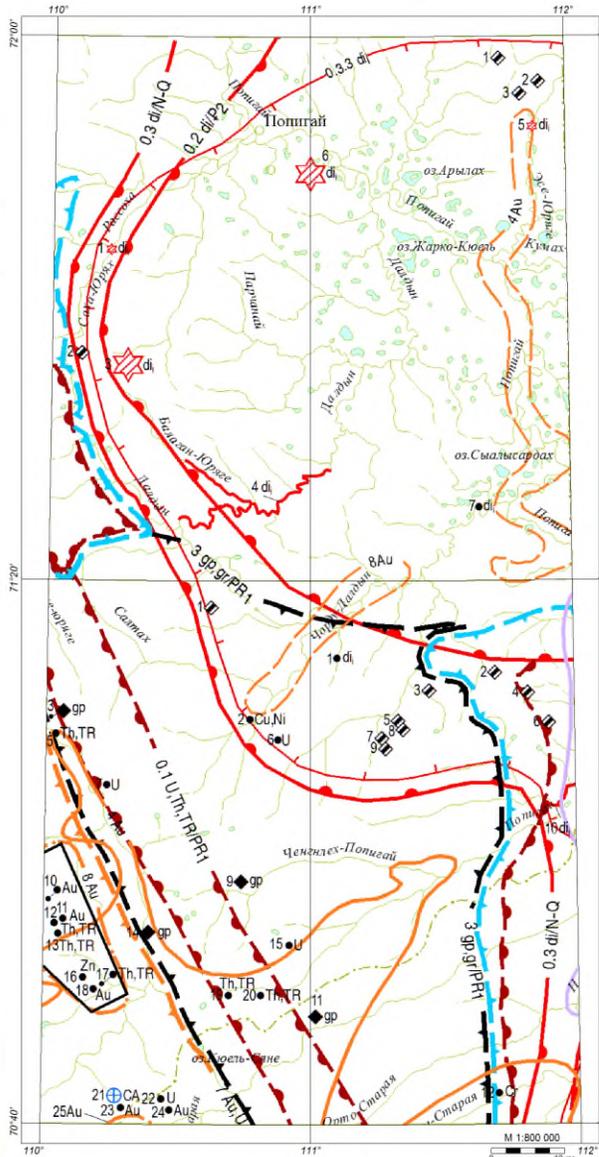
Локальная составляющая магнитного поля



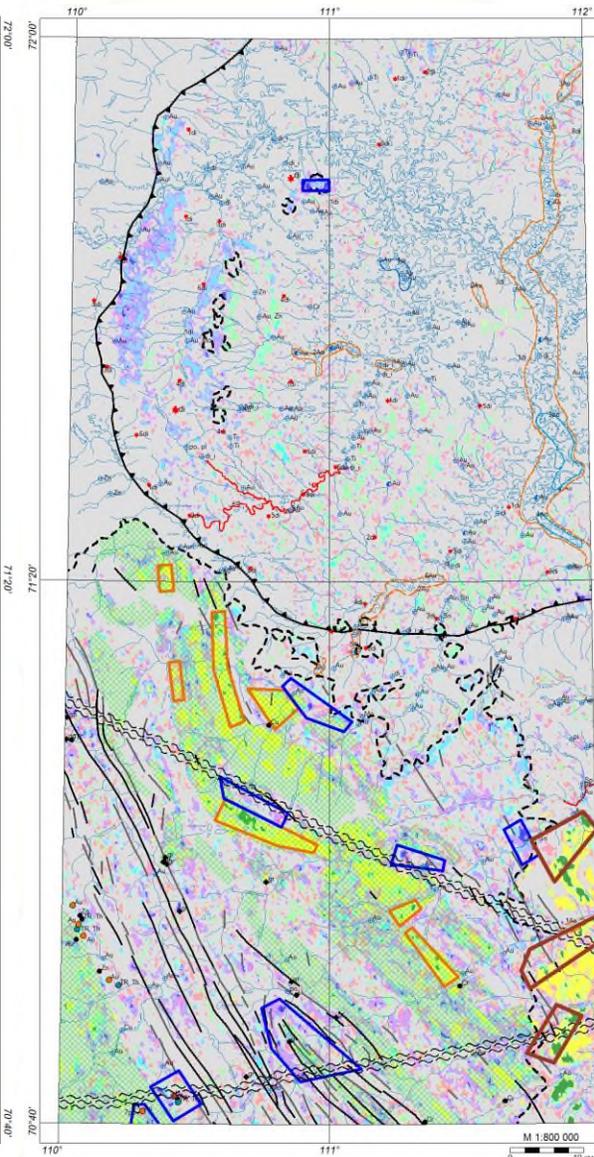
Эффективная удельная электропроводность,  $I_n$  (частота 520 Гц)

Минерагенический профиль территории определяется ее потенциальной перспективой на выявление месторождений **золота, урана и редких земель**. Золотая, урановая и редкоземельная рудные минерализации относятся к *гидротермальному генетическому типу*.

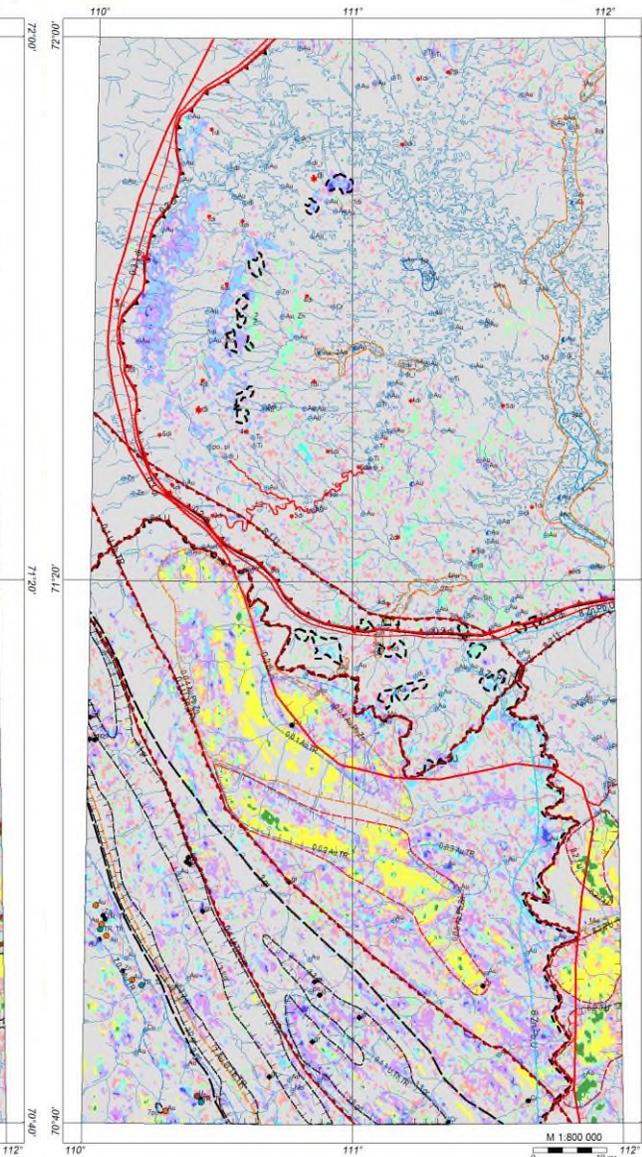
Рудоконтролирующие факторы	Малосульфидно-золото-кварцевая и золото-кварцевая формации	Редкоземельная минерализация	Урановое оруденение формации «типа несогласия»
<b>Структурно-тектонический</b>	Тектоно-магматические зоны ( <i>протяженные интенсивные магнитные аномалии прямого и обратного намагничения, среднепроводящие зоны</i> )		Тектоно-магматические зоны ( <i>протяженные интенсивные магнитные аномалии прямого и обратного намагничения, среднепроводящие зоны</i> ); Зона ССН ( <i>граница зон с повышенным и пониженным сопротивлением</i> )
<b>Магматический</b>	Зоны интенсивной мигматизации и гранитизации ( <i>высокие значения гамма-поля</i> );	Граниты аляскитового типа, пегматиты, мигматиты ( <i>высокие значения гамма-поля</i> )	Магматизм основного состава ( <i>линейные интенсивные магнитные аномалии прямого и обратного намагничения</i> )
<b>Метаморфический</b>	Зоны диафтореза ( <i>высокоградиентное положительное магнитные поле</i> )		Зоны графитизации ( <i>высокопроводящие зоны</i> )
<b>Стратиграфический</b>	Метаморфические породы Анабарского щита		Толща грубозернистых терригенных пород
<b>Гидротермально-метасоматический</b>	Пирит-кварц-полевошпатовые и сульфид-альбит-хлорит-кварцевые метасоматиты ( <i>K++, K+U+</i> )	Кварц-альбит-микроклиновые метасоматиты ( <i>Th++, Th+U+</i> )	Зоны гидротермально-метасоматических изменений в терригенной толще ( <i>K++, K+U+</i> )



Карта полезных ископаемых (ГГК-1000/3)



Перспективные участки



Уточненное минерагеническое районирование

Для **детального геологического изучения и проведения поисковых работ выделено:**

- **8** участков с перспективами обнаружения редкоземельного оруденения;
- **7** участков с перспективами золотого и золото-полиметаллического оруденения;
- **3** участка обладающих признаками вероятного уранового оруденения «типа несогласия».

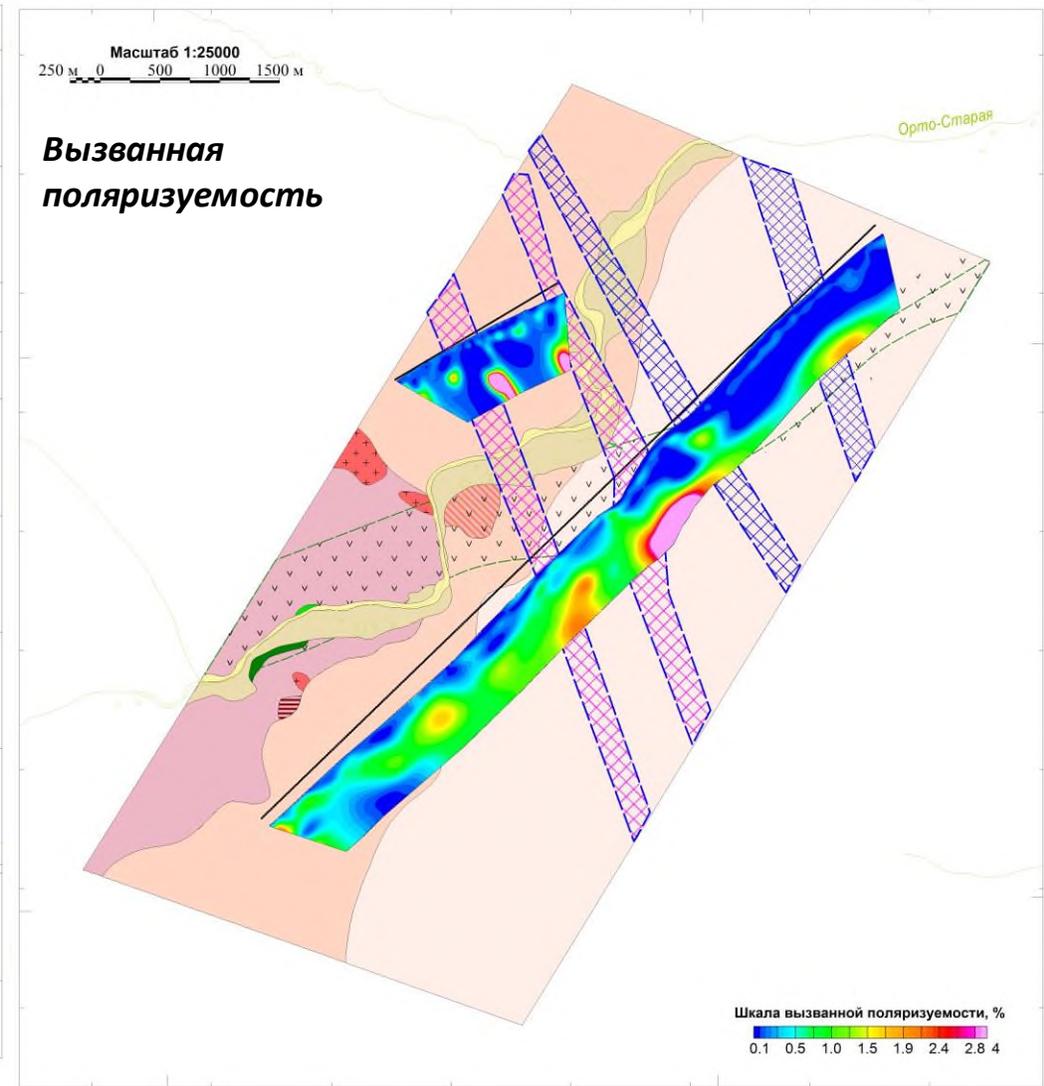
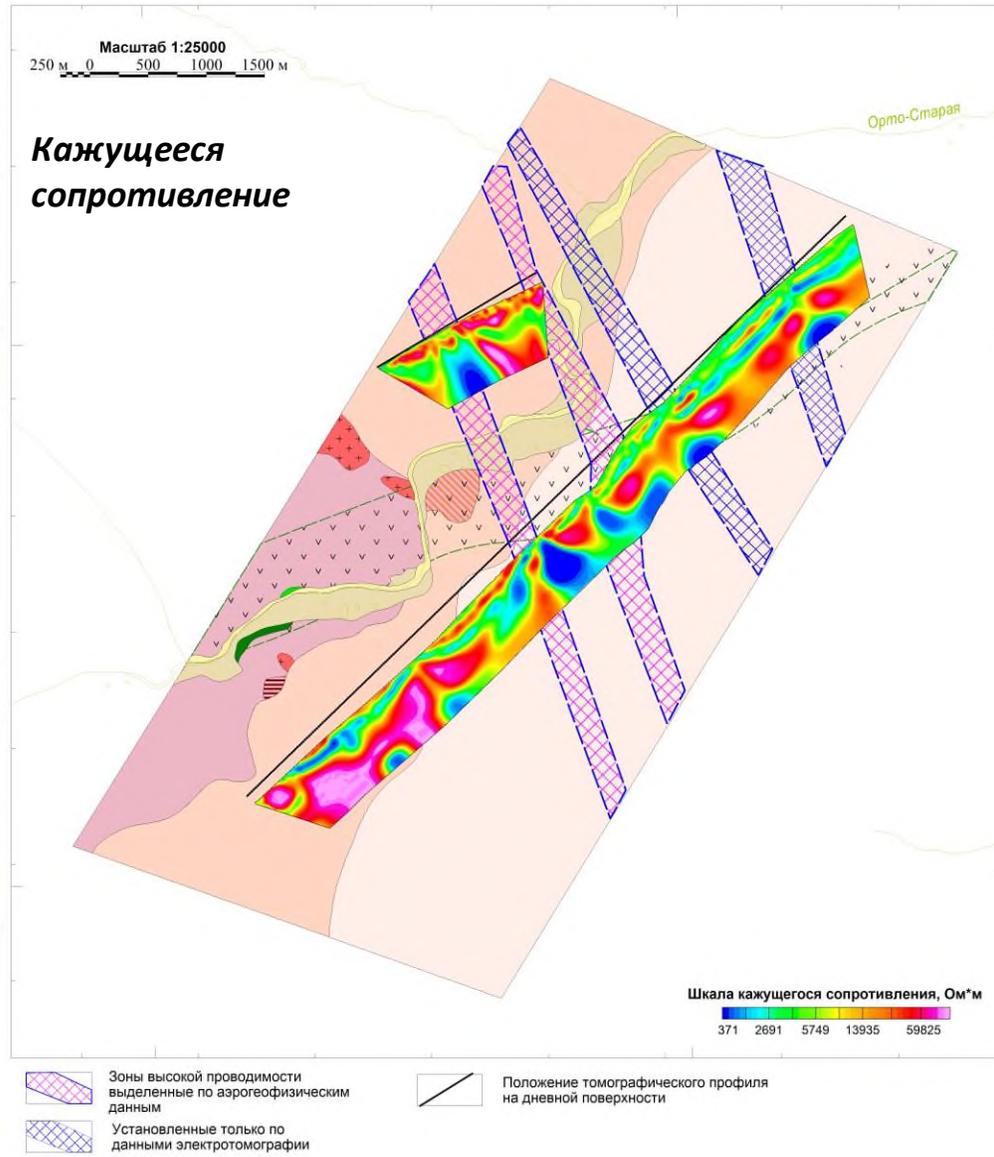
**На первоочередных участках рекомендуется следующий комплекс поисковых работ:**

- На участках с потенциальными перспективами на золото, полиметаллы и редкие земли – *магниторазведка, электроразведка методом ВП, гамма-спектрометрия, геологические маршруты с литохимическим опробованием масштаба 1:25 000;*
- Участки перспективные на урановое оруденение «типа несогласия» - *магниторазведка, электроразведка методом ВП, гамма-спектрометрия, геологические маршруты с литохимическим опробованием и радиометрией масштаба 1:25 000 и профильная электротомография.*

При подтверждении перспектив проводить комплекс поисковых работ, включающий *горные и буровые работы.*

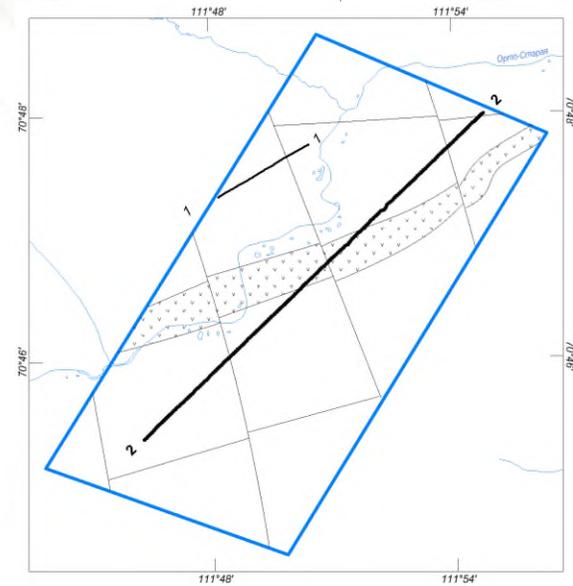
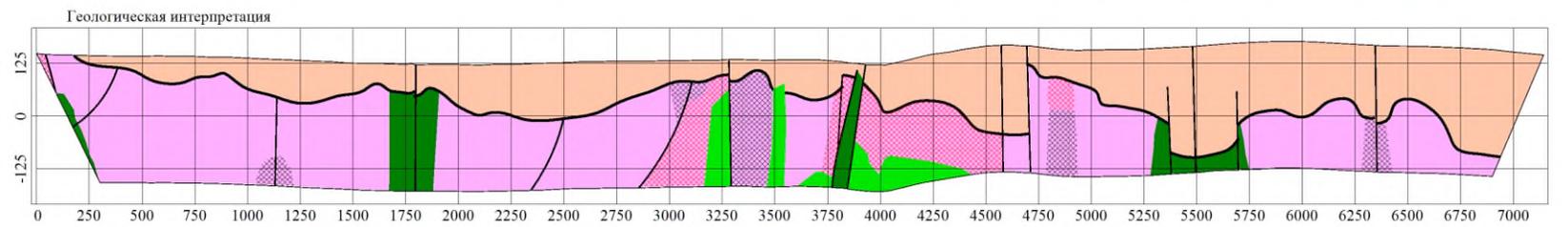
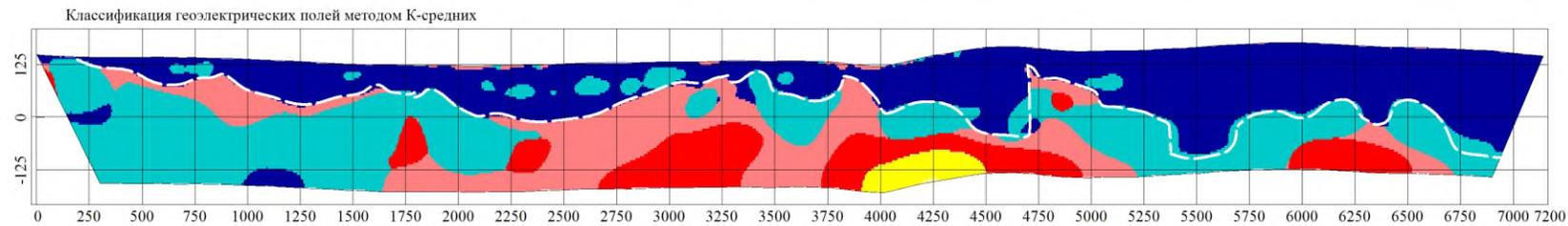
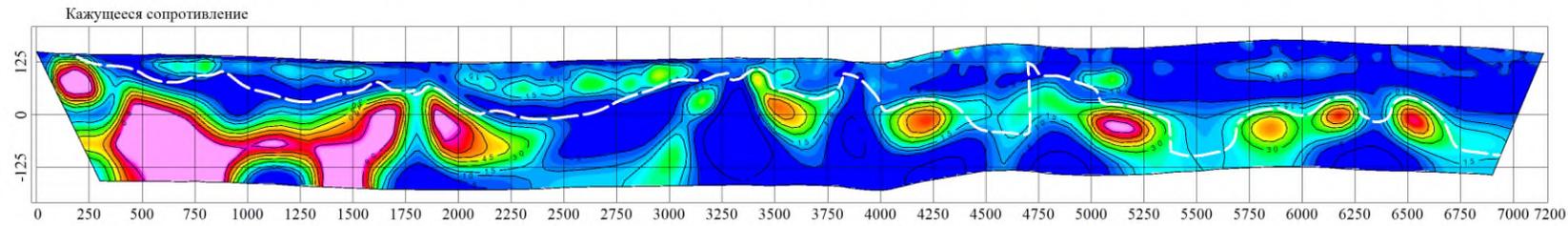
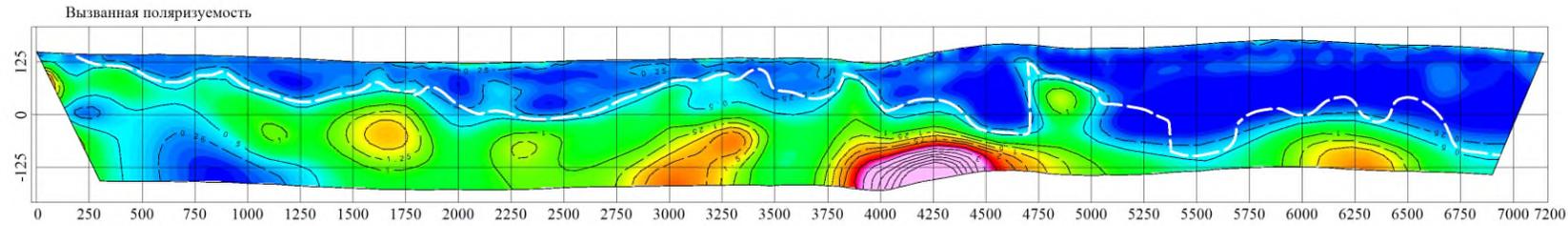
**НАЗЕМНАЯ ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ СЪЕМКА**  
*(магниторазведка, гамма-спектрометрия, электротомография)*  
**масштаба 1:25 000 по заверке аэрогеофизических аномалий**  
**на участке Восточный**

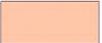




ЮЗ

СВ



- |   |  |  |   |
|---|--|--|---|
|  | Мукунская серия. Полевошпат - кварцевые и кварцевые песчаники, гравелиты, мелкогалечные конгломераты |  | Высокопроводящие зоны: зоны интенсивной тектонической проработки с графитосодержащими прослоями   |
|  | Метаморфизованные породы фундамента  |  | Высокопроводящие зоны с высокой поляризуемостью: зоны интенсивной тектонической проработки с графитоносными прослоями и сульфидной минерализацией |
|  | Дайки: а) кварцевые долериты котуйканского комплекса; б) кварцевые долериты кендейского комплекса    |  | Граница зоны стратиграфического несогласия (ССН)<br>а) на геофизических разрезах; б) на разрезе геологической интерпретации                       |

**Карта графиков  
аномального  
магнитного поля**

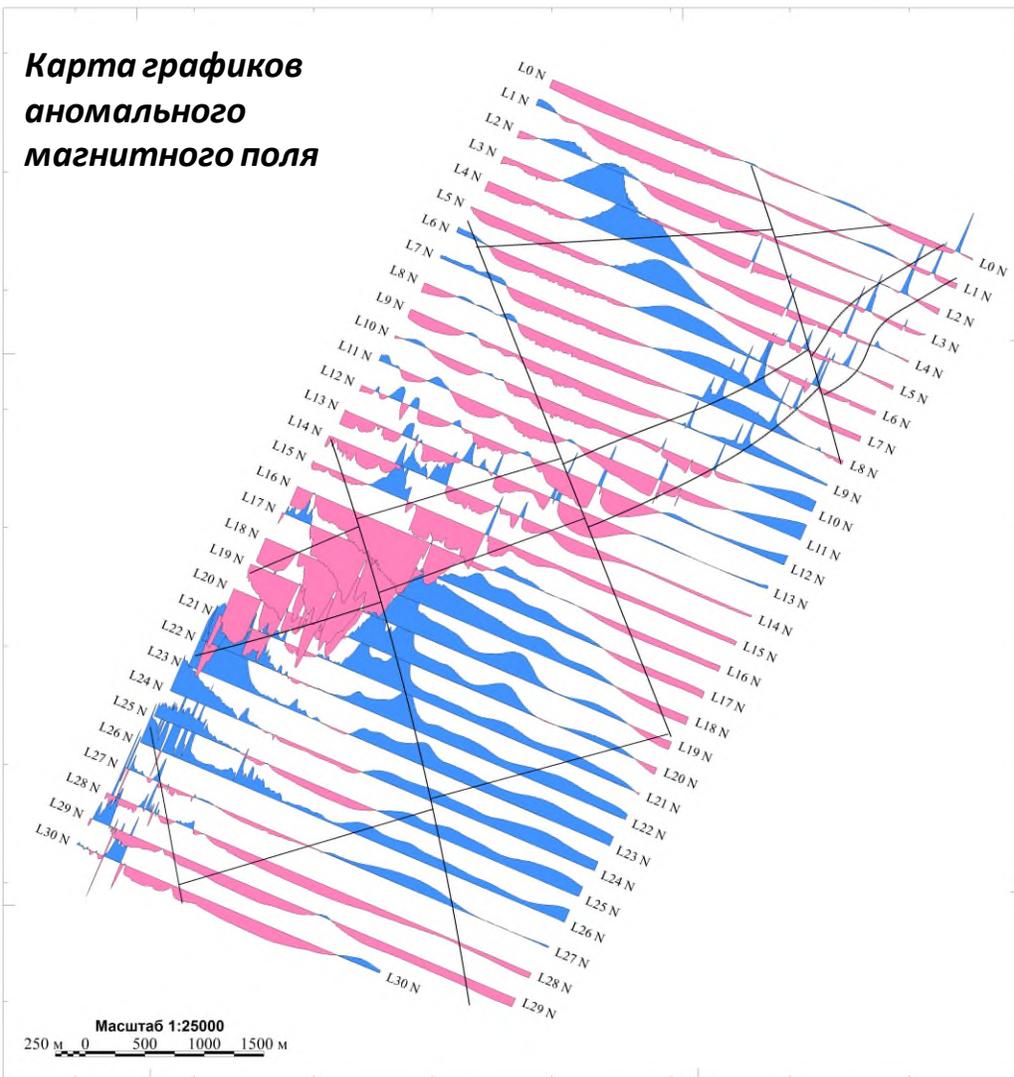
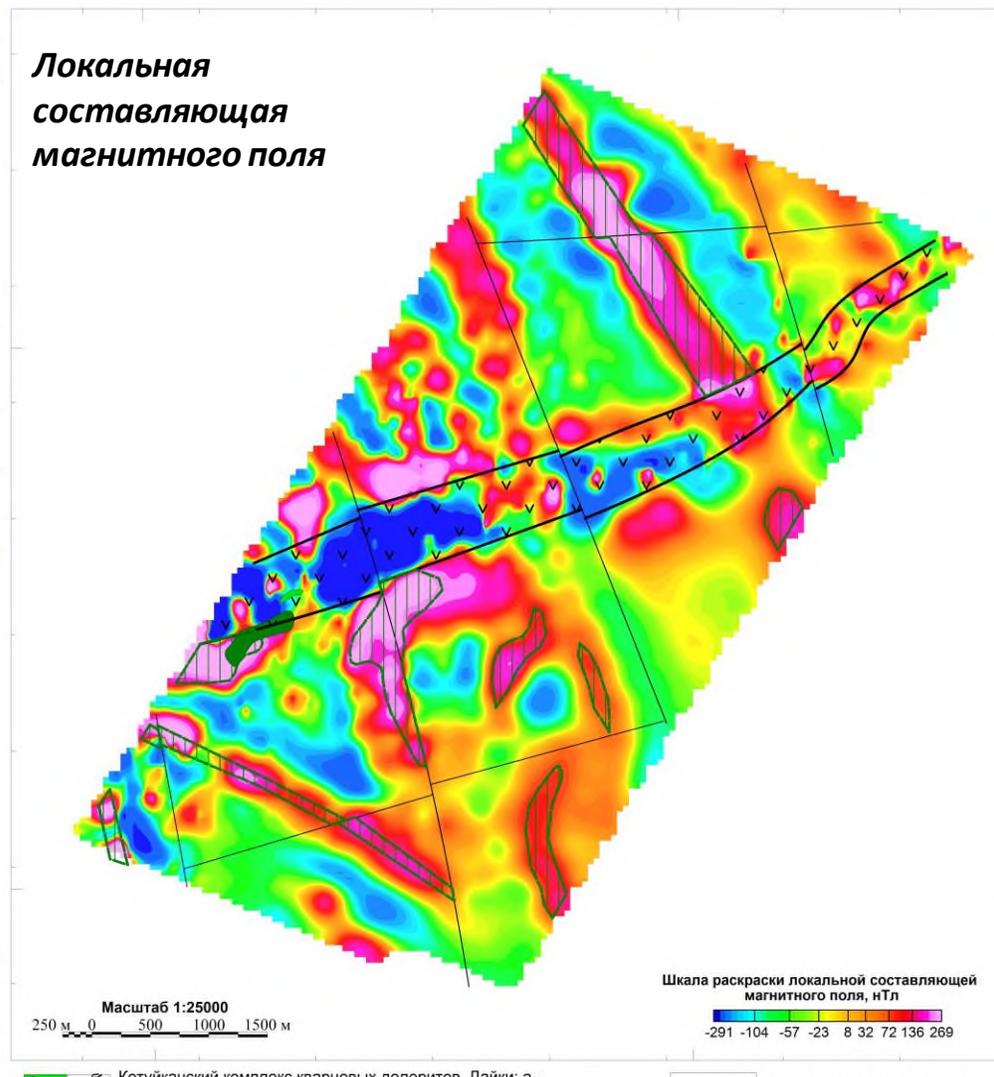


График аномального магнитного поля.  
Вертикальный масштаб 70нТл/мм  
Базовый уровень -300нТл

**Локальная  
составляющая  
магнитного поля**

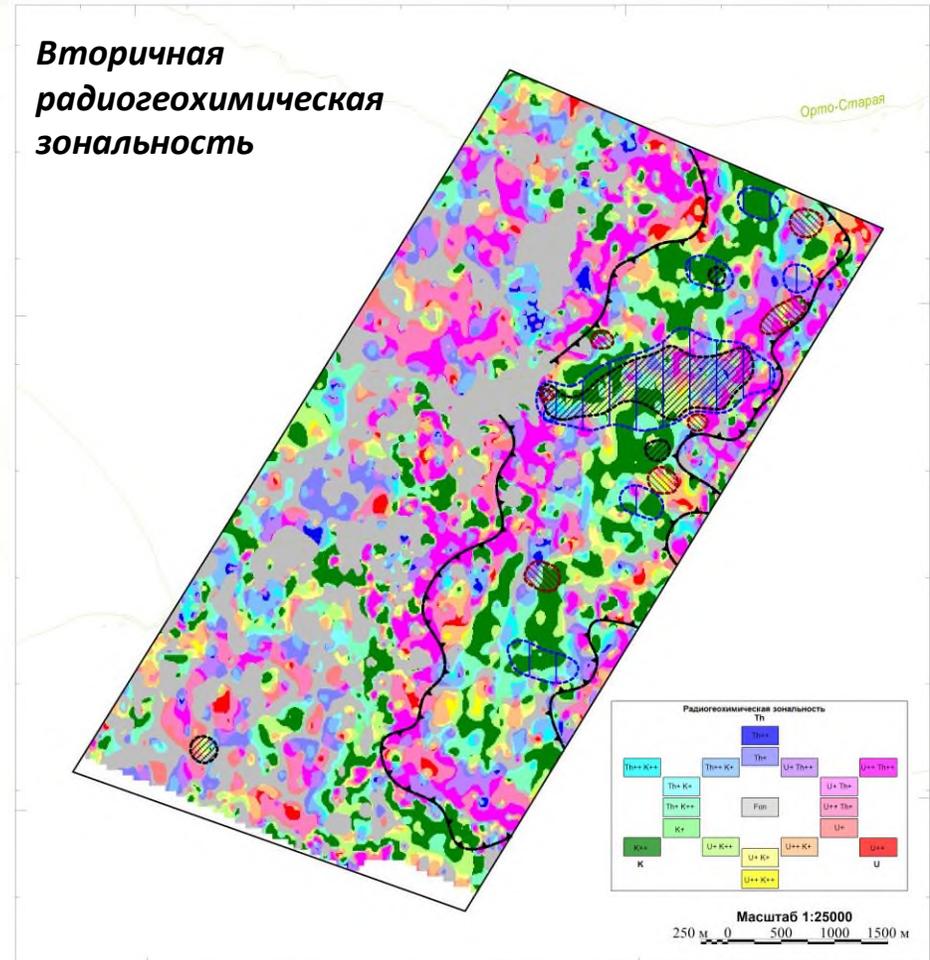
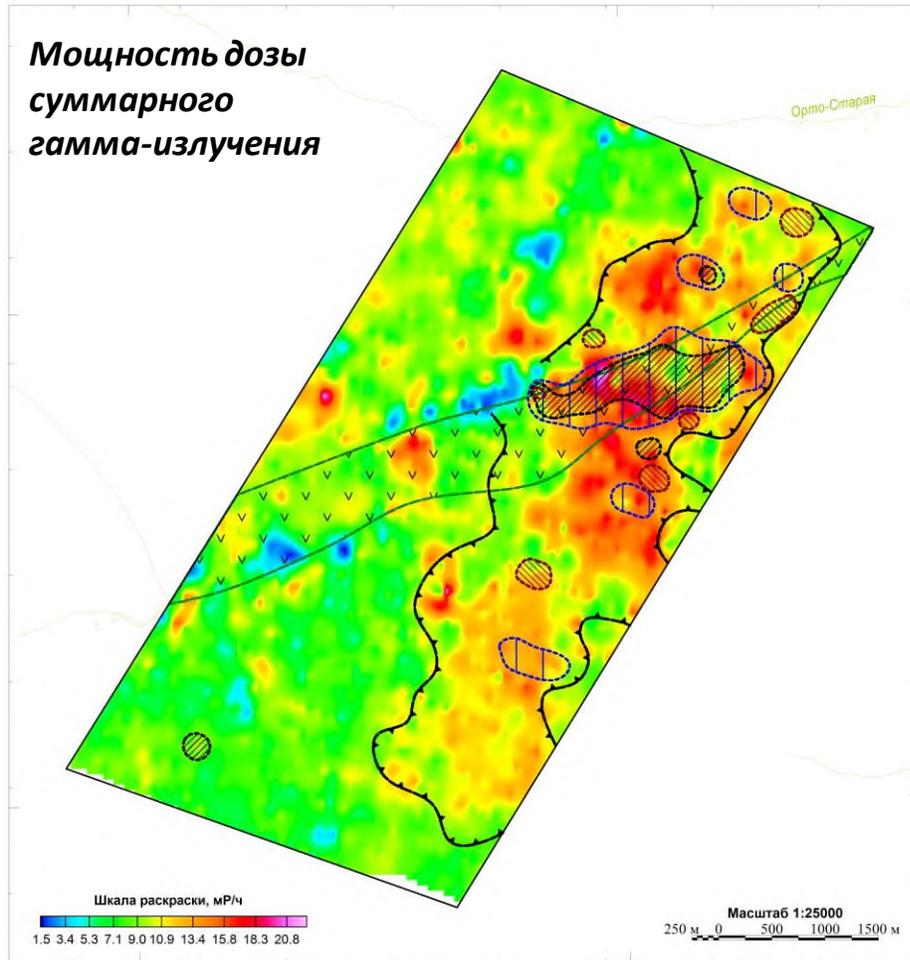


Шкала раскраски локальной составляющей  
магнитного поля, нТл

-291	-104	-57	-23	8	32	72	136	269
------	------	-----	-----	---	----	----	-----	-----

- а 6 Котуйканский комплекс кварцевых долеритов. Дайки: а - на дневной поверхности, б - под вышележащими образованиями
- а 6 Кендейский комплекс кварцевых долеритов. Дайки: а - на дневной поверхности, б - под вышележащими образованиями

Тектонические нарушения



Гидротермально-метасоматические изменения в песчаниках мукунской серии

-  Зона калишпатизации. Содержание в значительной степени новообразованного калишпата 10-30%, отмечаются метасоматические серицит и иллит
-  Зона глауконита: с содержанием глауконита от 5 до 30% с послойным и гнездовым распределением. Отмечается присутствие бурого биотита

-  Зона полного осветления. Отмечаются метасоматические прожилы гидрослюдисто-серицитового состава с примесью гётита
-  Зона гематитизации. Содержание гематита до 10%. Отмечаются метасоматические иллит-серицит-гематитовые агрегаты



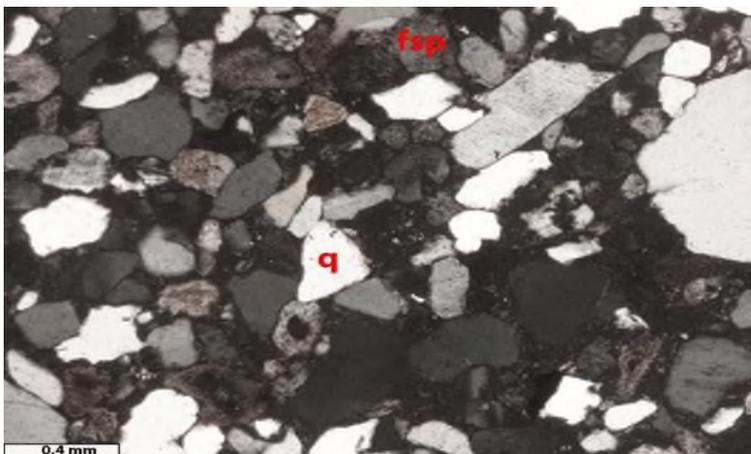
Песчаник с пятнистым осветлением



Песчаник с мелкорассеянным глауконитом



Песчаник с прожилками



Песчаник с калишпатом

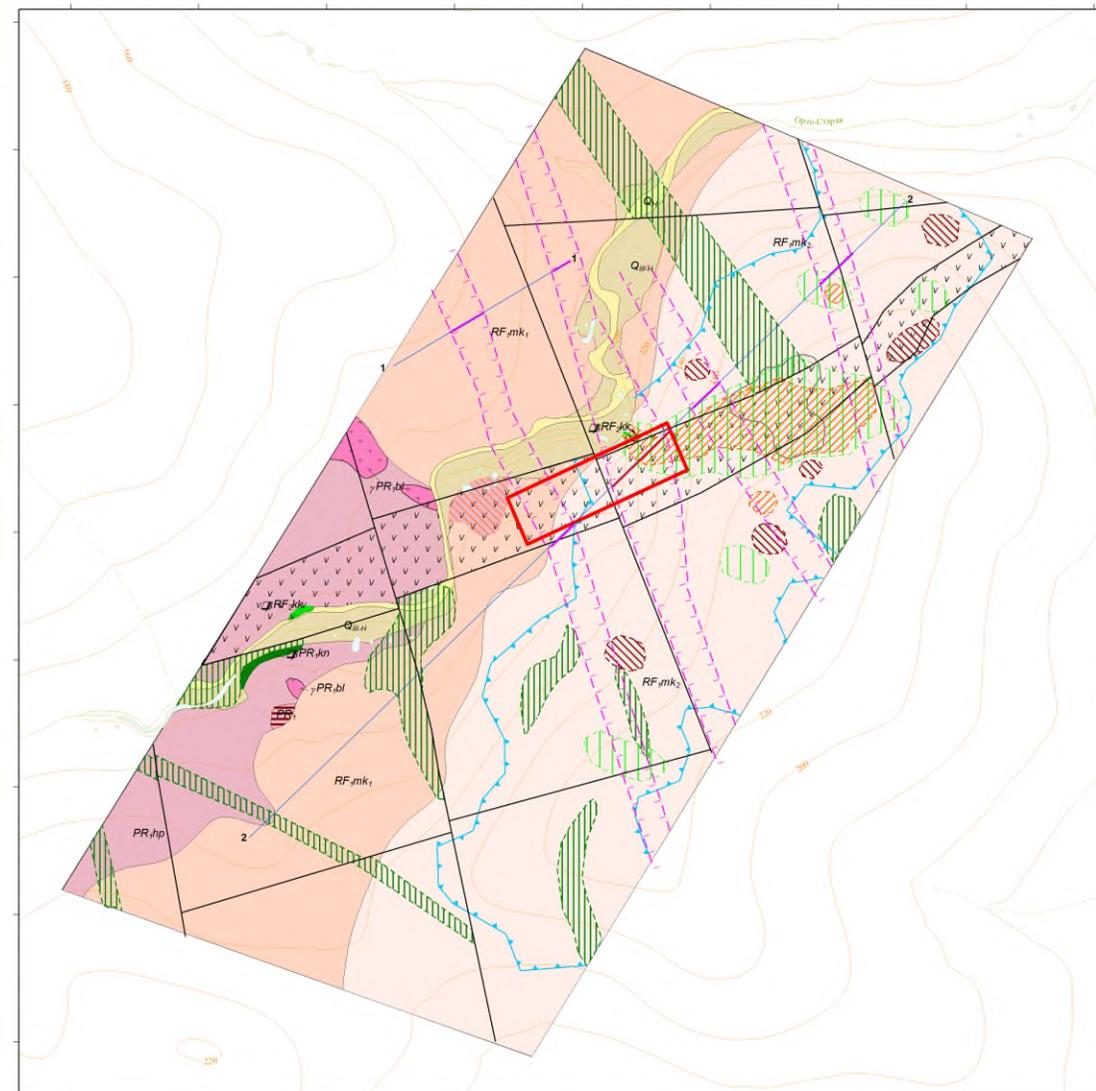


Мелкозернистый песчаник с высоким содержанием калишпата. Псевдоморфозы глауконита по калишпату, чешуйки бурого биотита (?), обломок мусковита, ромбы адуляра



Песчаник с метасоматическим прожилком гидрослюдисто-серицитового состава с примесью гётита

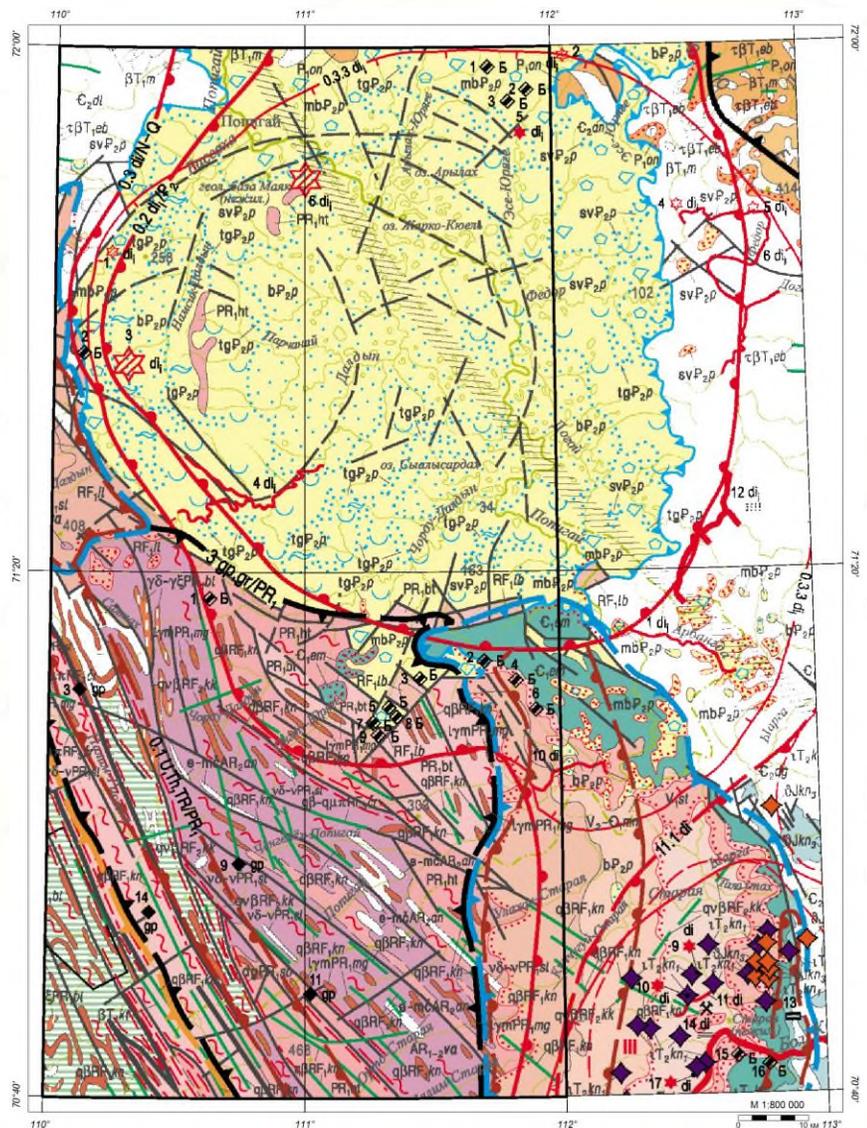
Поисковые критерии	Геологическая характеристика	Геофизическая характеристика
<b>Тектонические</b>	Зона глубинного рудоконтролирующего нарушения	Узкая протяженная локальная отрицательная интенсивная магнитная аномалия
<b>Структурные</b>	Зона ССН	Граница зон с повышенным и пониженным сопротивлением
<b>Метаморфические</b>	Зоны графитизации	Высокопроводящие зоны с повышенной поляризуемостью
<b>Магматические</b>	Магматизм основного состава	Локальные интенсивные магнитные аномалии прямого и обратного намагничения
<b>Стратиграфические</b>	Толща грубозернистых терригенных пород	
<b>Метасоматические</b>	Специализированные на уран породы фундамента	Уран-ториевая радиогеохимическая специализация
	Калишпатизация, глауконизация, окварцевание, гематитизация	Калиевая радиогеохимическая специализация



$S = 0.55 \text{ км}^2$  – буровые работы по сети 200x100 м



**ЛОКАЛЬНЫЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ АНОМАЛИИ ТРУБОЧНОГО ТИПА  
НА ПОПИГАЙСКОЙ ПЛОЩАДИ**



КЗРППИ (ГГК-1000/3)

На восточном обрамлении Анабарского щита за границей Попигайской площади предшественниками выявлены сотни кимберлитовых тел триасово-юрского возраста, в том числе по результатам аэрогефизической съемки при заверке магнитных аномалий. После опробования и заверки бурением в некоторых трубках обнаружена коренная алмазность.

Выявленные кимберлитовые тела объединены в кимберлитовые поля и образуют дугообразную алмазоносную Куонамскую зону в составе Анабарской алмазоносной минерагенической области и частично Анабарский алмазоносный район вдоль северно-восточной и восточной границ Анабарского щита.

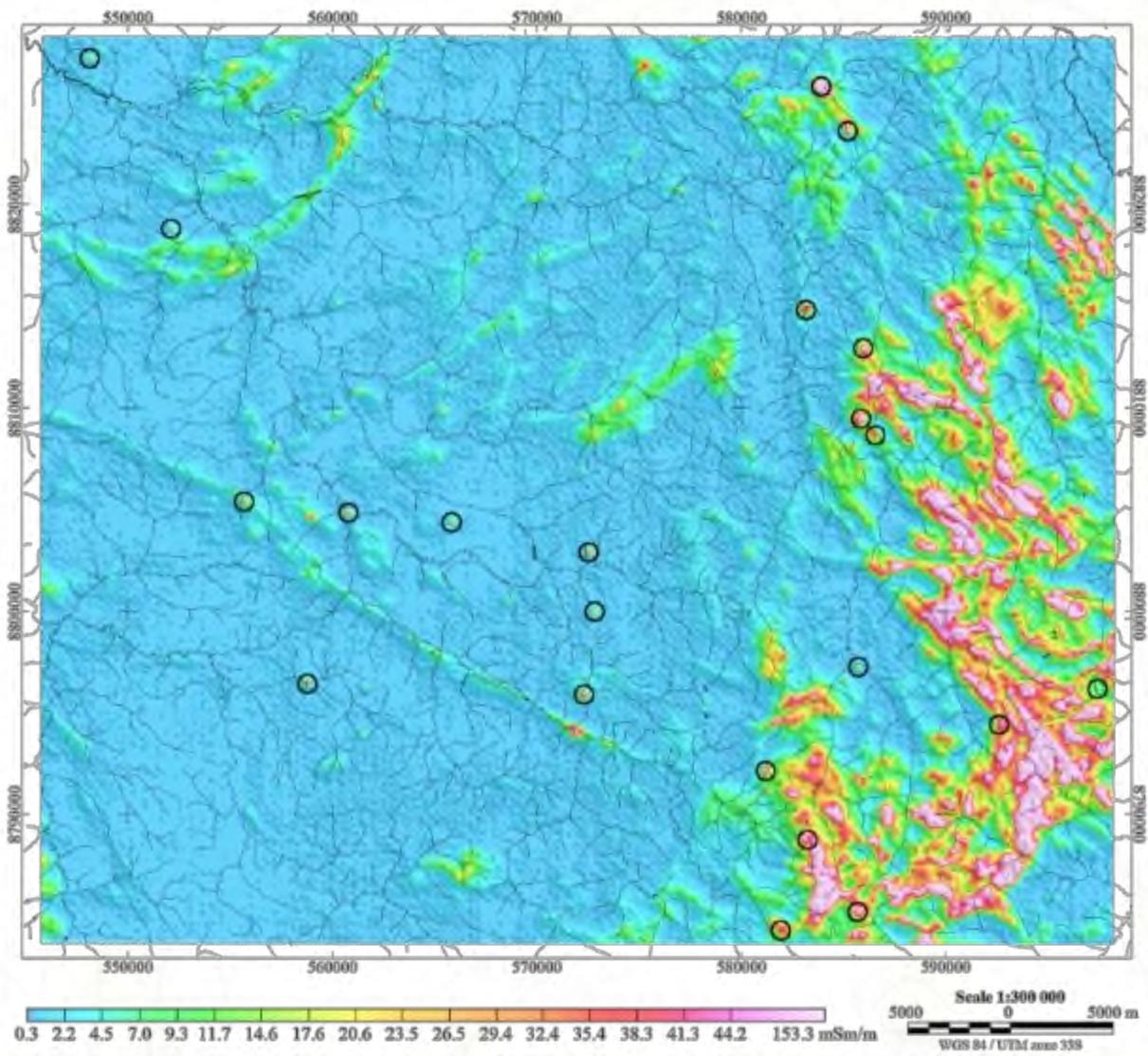
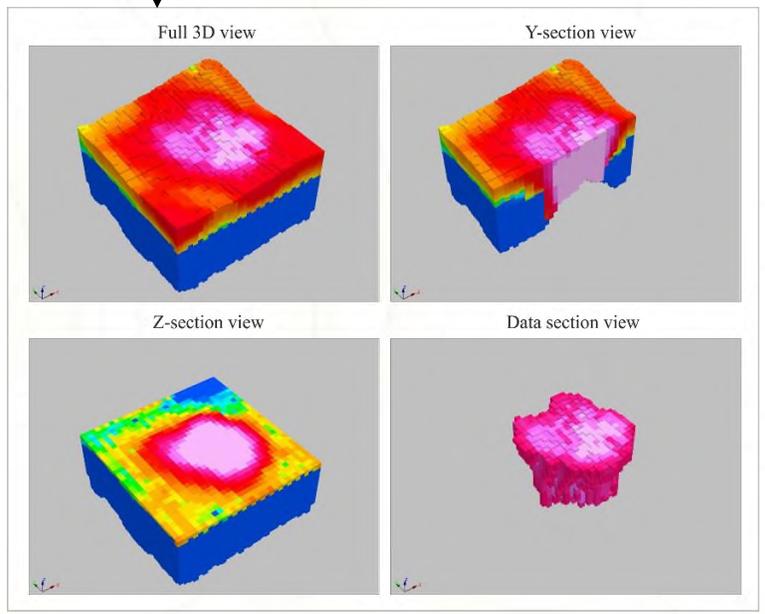
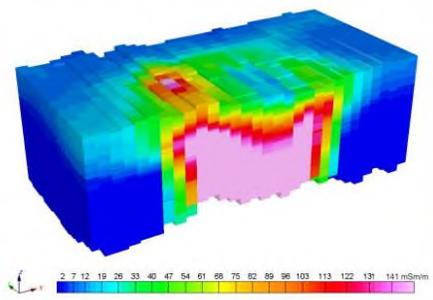
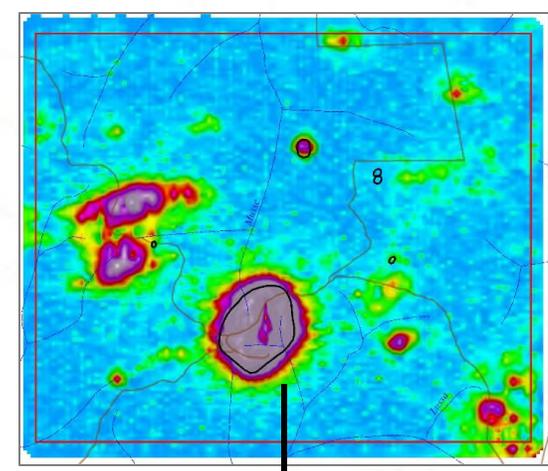
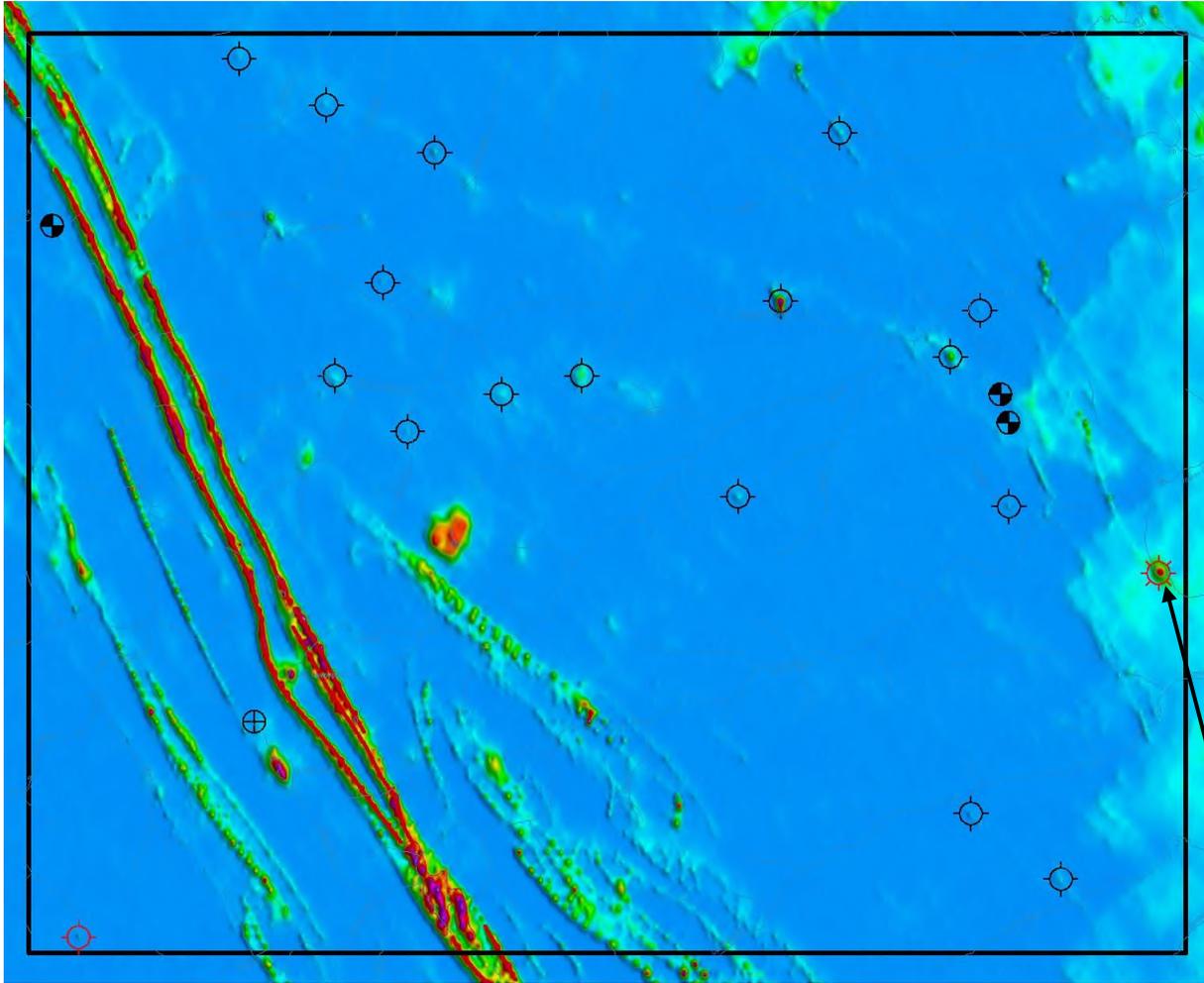


Схема размещения перспективных аномалий на карте электропроводности (Система «Экватор») на участке Китубия (республика Ангола)



Объемное распределение электропроводности в кимберлитовой трубке



1    
  2    
  3    
 
+
 4    
 
-
 5

Аномалии проводимости: 1 – первой очереди; 2 – сопряженная с шлиховым ореолом минералов спутников алмазов; 3 – заверенная на земными геолого-геофизическими работами.

Магнитные аномалии: 4 – проводящие; 5 – не проводящие

Эффективная удельная электропроводность,  $I_n$  (частота 2080 Гц)



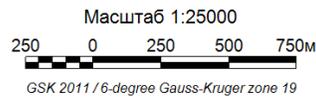
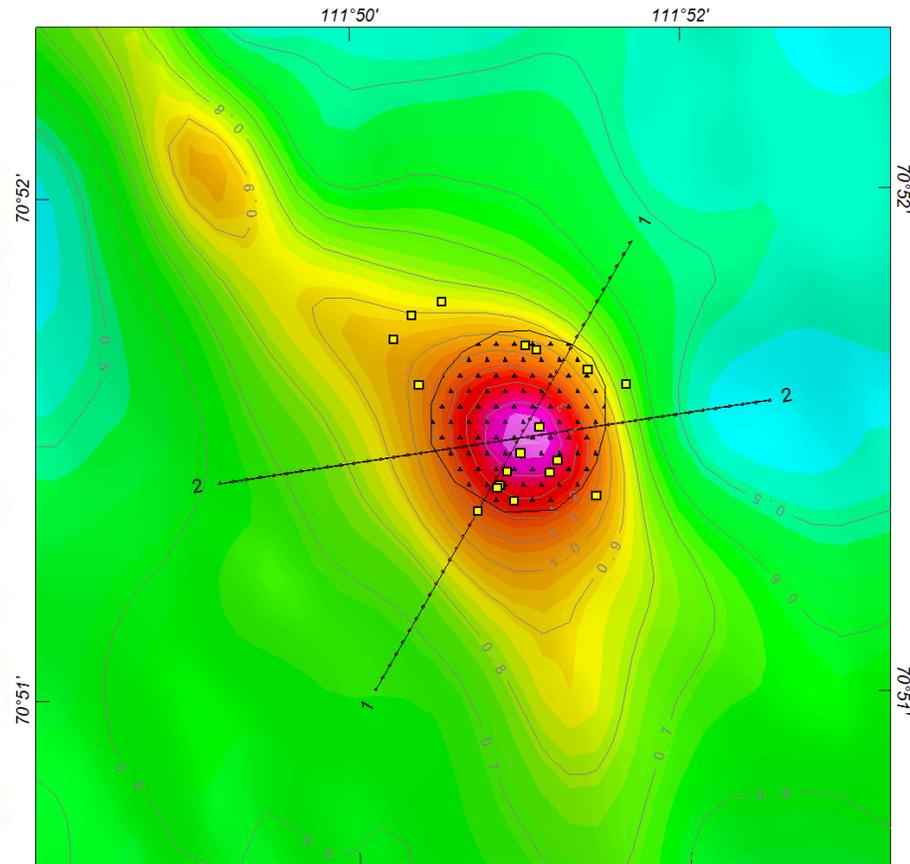
Высыпки карбонатных пород



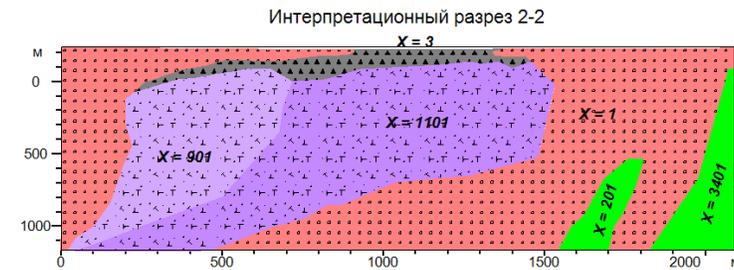
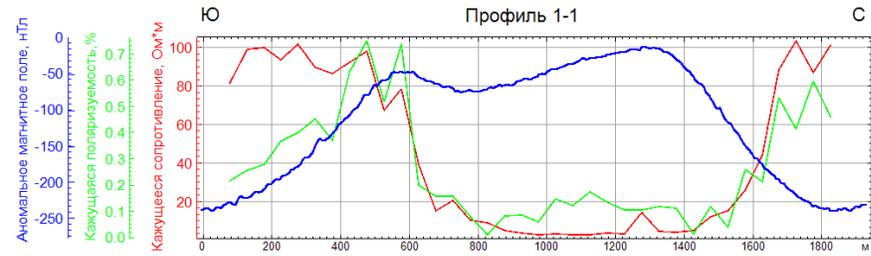
Карбонатная тектоническая брекчия в высыпке



Доломитизированный известняк



- Пункты геологических наблюдений и номера отбора проб
- ↔ Положение профилей геофизических наблюдений (магниторазведки, электроразведки ВП)

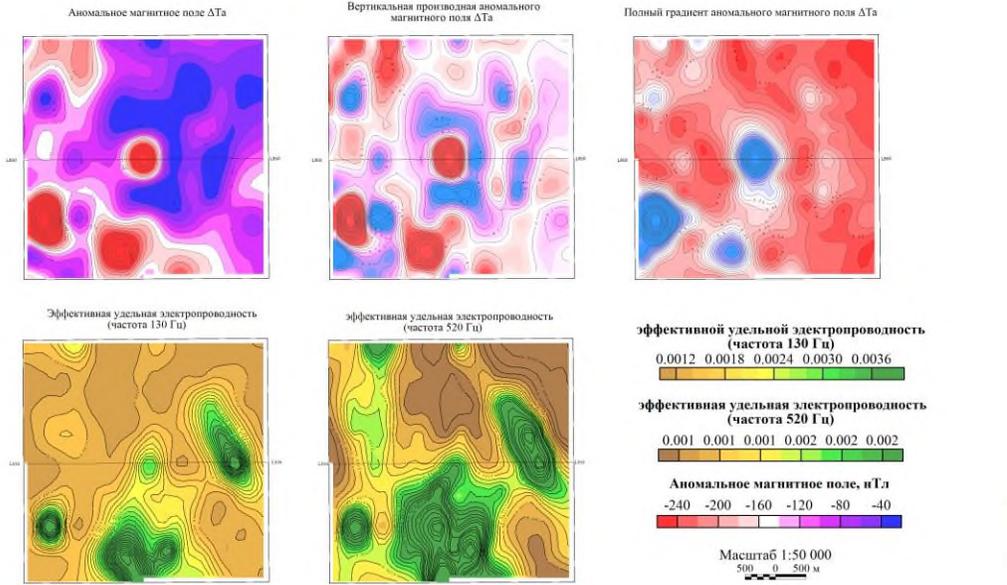
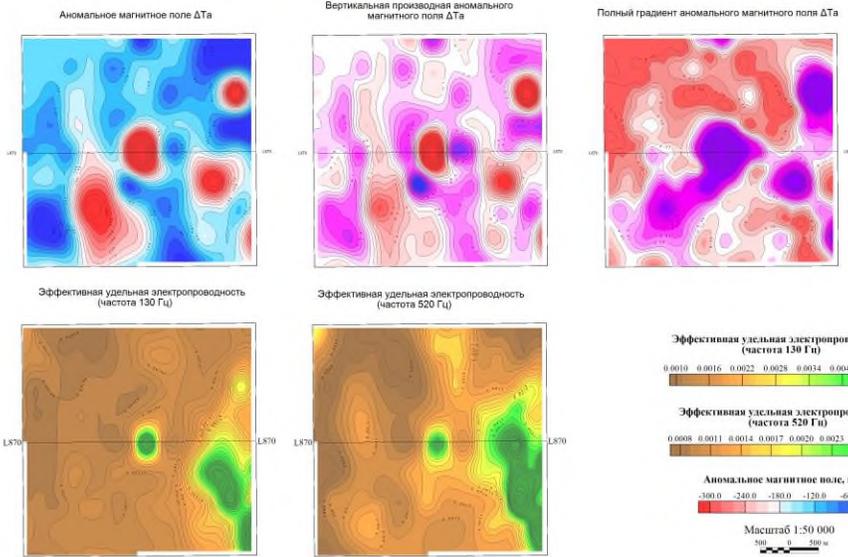
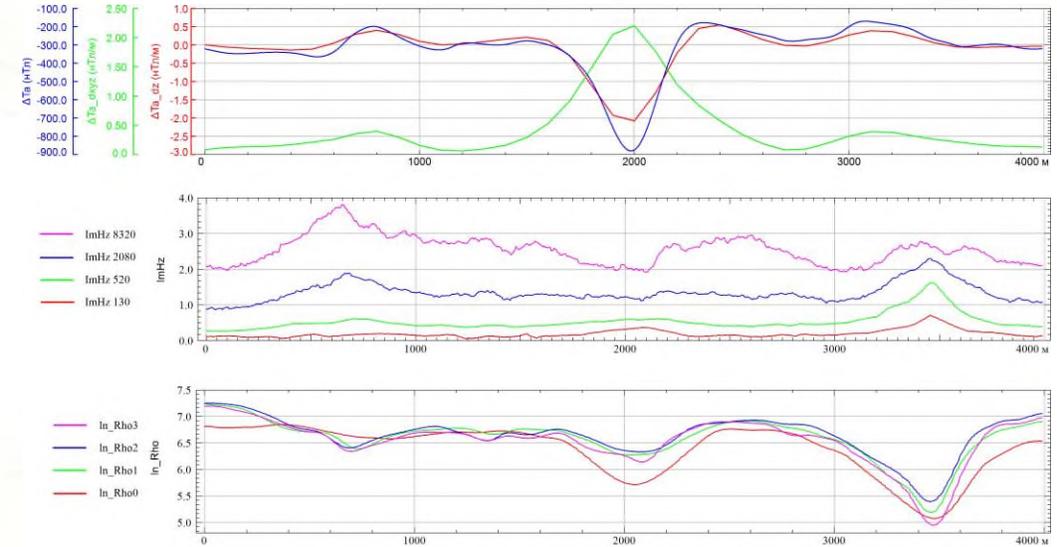
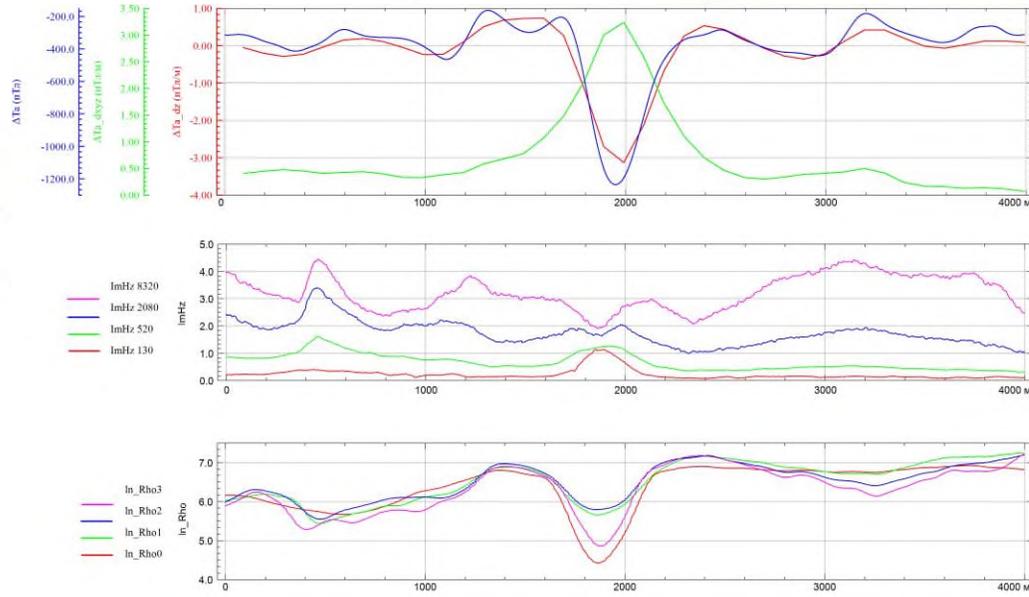


Вертикальный масштаб = 100 м  
Горизонтальный масштаб = 1 : 11053

- Трубка взрыва
- Рифейские песчаники
- Брекчи
- Дайка

$X = n \cdot 10^{-(6)}$  СГС магнитная восприимчивость, подобранная аналитически





## Заключение

**Результаты изучения северо-восточного сектора Анабарской антеклизы аэро- и наземными геолого-геофизическими методами сводятся к следующему:**

1. Создана геофизическая основа, представляющая собой широкий набор геофизических полей, отражающих особенности геологического строения территории и являющаяся базисом ведения дальнейших работ.
2. Выполнено изучение геологического строения территории геофизическими методами. Установлено закономерное отражение геологического строения территории в геофизических полях (осадочные и интрузивные образования, тектонические нарушения, зоны метасоматоза, структурные несогласия и пр.).
3. Дана положительная оценка перспективам выявления полигенного уранового оруденения «типа несогласия» в пределах участка «Восточный», который рекомендуется к дальнейшему изучению путем поискового бурения.
4. Локальная аномалия электропроводности на которой геолого-геофизическими методами подтверждено наличие трубки взрыва является первоочередным объектом на постановку буровых работ на поиски коренных алмазов.
5. Установлено пространственное совпадение локальной аномалии электропроводности с шлиховой аномалией минералов-спутников алмазов.
6. Источником россыпной алмазоносности Попигайской астроблемы могут являться кимберлитовые трубки, прогнозируемые по материалам аэромагнитной съемки. Это дает основание рекомендовать постановку геолого-геофизических поисковых работ на участках, в пределах которых зарегистрированы аномалии трубочного типа.
7. По аналогии с результатами работ на горнорудном участке Китубия в провинции Южная Кванза в республике Ангола, установлено плановое положение локальных аномалий электропроводности в пределах Анабарского щита и высказано суждение о их связи с кимберлитовыми трубками, имеющие перспективы обнаружения рудной алмазоносности.

**В итоге выделены 7 перспективных участков на золото площадью 124.3 км<sup>2</sup>; 8 участков, перспективных на торий-редкоземельную минерализацию площадью 188.6 км<sup>2</sup>; и 3 перспективных участка на уран «типа несогласия» площадью 116.2 км<sup>2</sup>. Также выделено более десятка перспективных локальных аномалий – прогнозируемых кимберлитовых трубок, некоторые из которых объединены в 2 перспективных участка площадью 33 км<sup>2</sup>. Суммарная площадь 20 перспективных участков - 462 км<sup>2</sup>, что составляет 4 % от всей территории исследования.**

**В связи с высокой эффективностью и актуальностью представленного комплексного подхода мы рекомендуем проектирование и постановку наземных геофизических исследований как обязательного вида работ при ГДП-200 в пределах сроков, отведенных на составление геофизической основы (как правило 2 года), после получения комплектов полей на этапе предварительной интерпретации.**



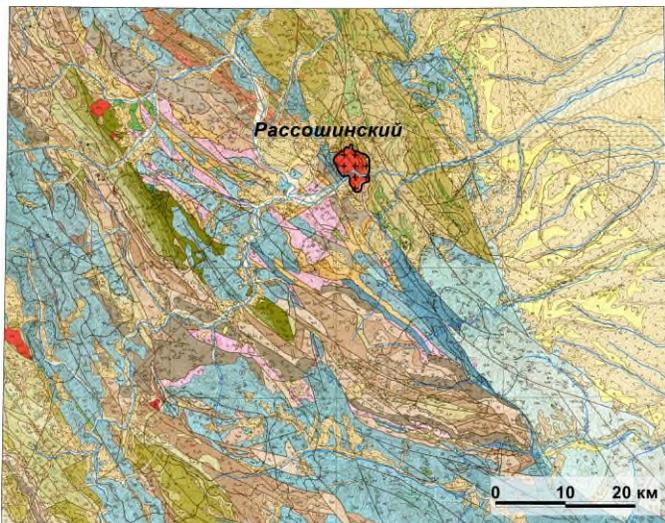
ВСЕРОССИЙСКИЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ  
ИНСТИТУТ ИМ. А. П. КАРПИНСКОГО

## Контакты

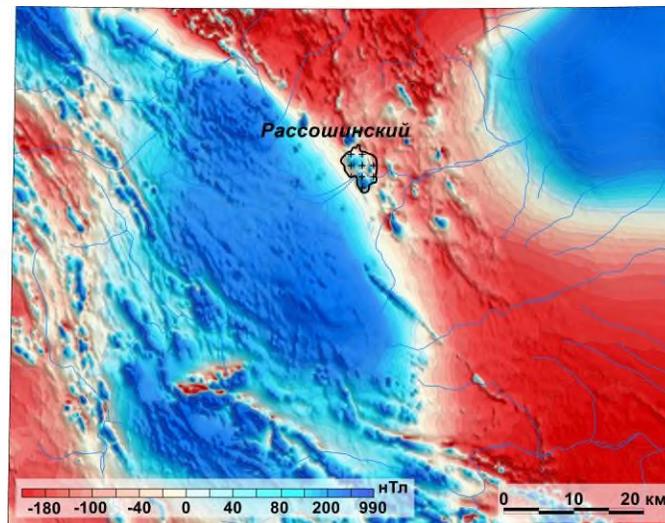
- Норильск, Ленинский пр., 21-а
  - тел.: +7 (3919) 46-83-49
- e-mail: [nf@karpinskyinstitute.ru](mailto:nf@karpinskyinstitute.ru)



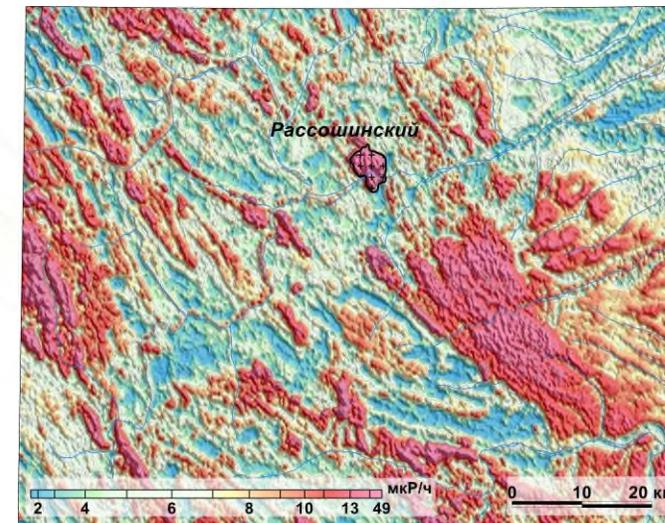
**Основные результаты комплекса аэро- и наземных геолого-геофизических работ  
на Рассошинской площади при ГДП-200  
Республика Саха (Якутия) 2018-2019 г.г.  
Листы Q-55-XXIX, XXX**



ГТК-200/1



Аномальное магнитное поле



Мощность дозы суммарного гамма-излучения

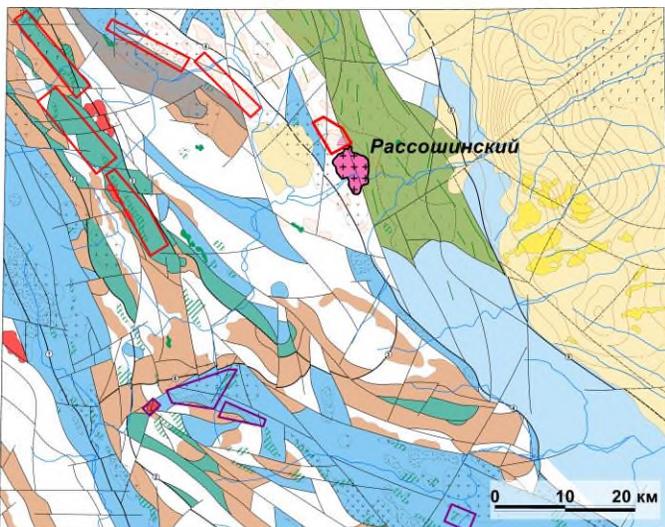
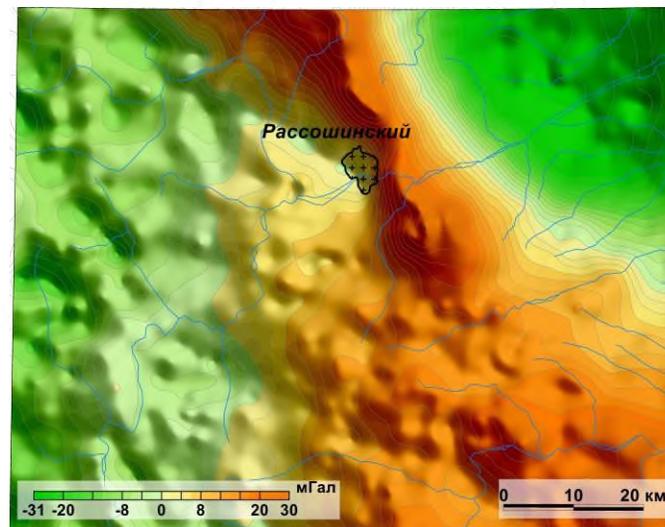
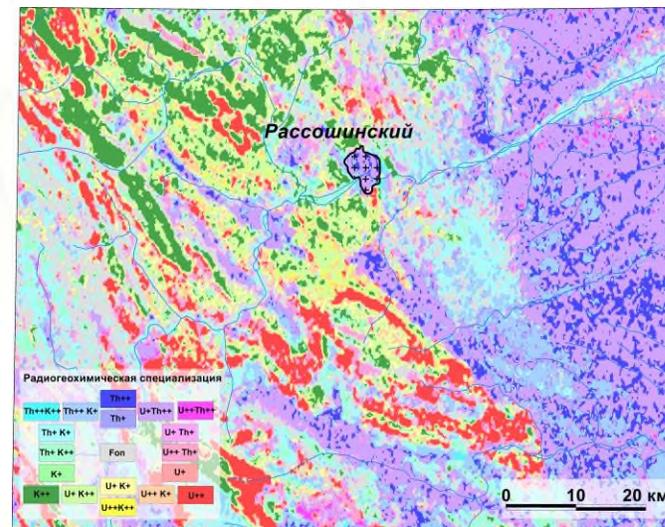


Схема интерпретации с элементами прогноза



Гравитационное поле



Сводная радиогеохимическая карта

