



# Геолого-геофизические модели золоторудных узлов (на примере фрагмента Центрально- Колымского региона)

Выполнил: студент I курса магистратуры, **Русаков Егор**  
Научный руководитель: к. геол.-мин. н., **Кашкевич Марина Петровна**,  
аспирант, вед. геофизик ФГБУ «ВСЕГЕИ» **Ксения Сергеевна Федорова**



## Цель работы:

Создание геолого-геофизических моделей золоторудных узлов для решения прогнозно-поисковых задач на территории Дебинской площади

## Задачи:

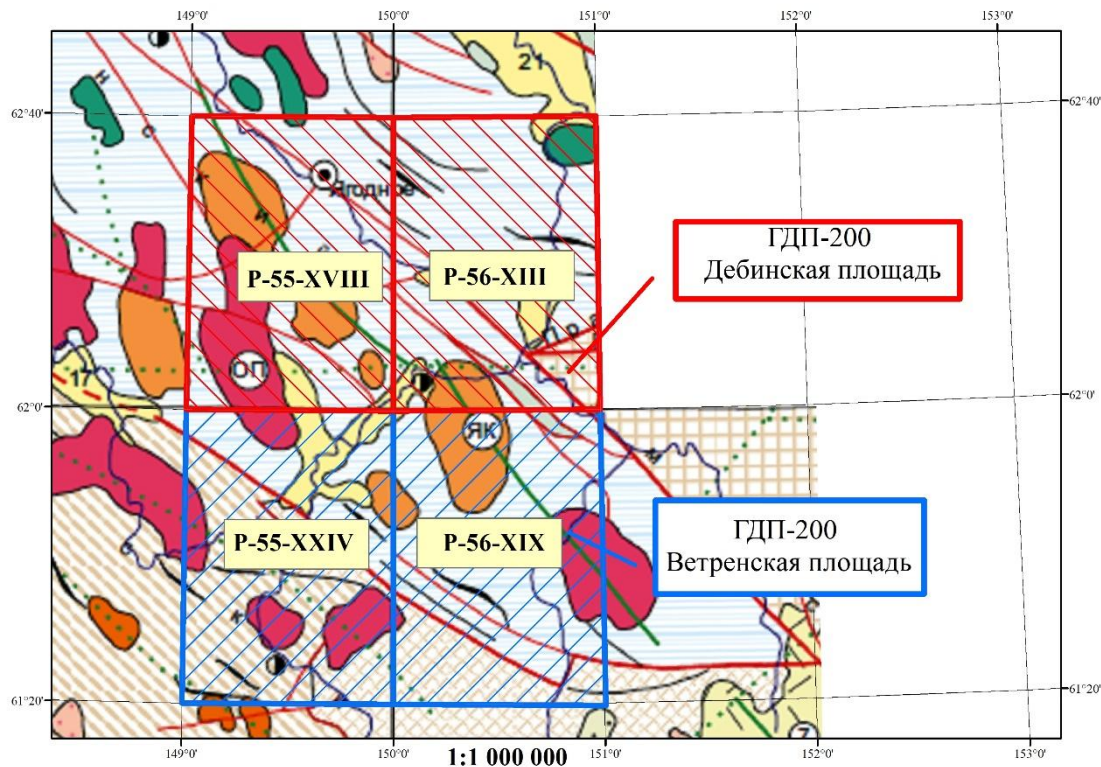
- 1) Формирование сводных геофизических полей по Дебинской площади
- 2) Расчет трансформант геофизических полей
- 3) Анализ геологических признаков золотого оруденения по эталонным РУ
- 4) Выявление геофизических признаков, отражающих проявленность в геофизических полях тектонических, магматических, литологических, метасоматических и др. факторов, благоприятных для рудообразования
- 5) Создание геолого-геофизических моделей рудных узлов и полей с золото-кварцевым оруденением в углеродисто-терригенной толще и в гранитных штоках
- 6) Построение карты прогноза

## Актуальность:

Разработанные модели могут быть использованы для повышения достоверности прогнозной оценки золотого оруденения в условиях Яно-Колымской провинции



## Площадь исследования:



Исследование  
выполняется в  
рамках работ по  
ГДП-200 по  
Ветренской и  
Дебинской  
площадям



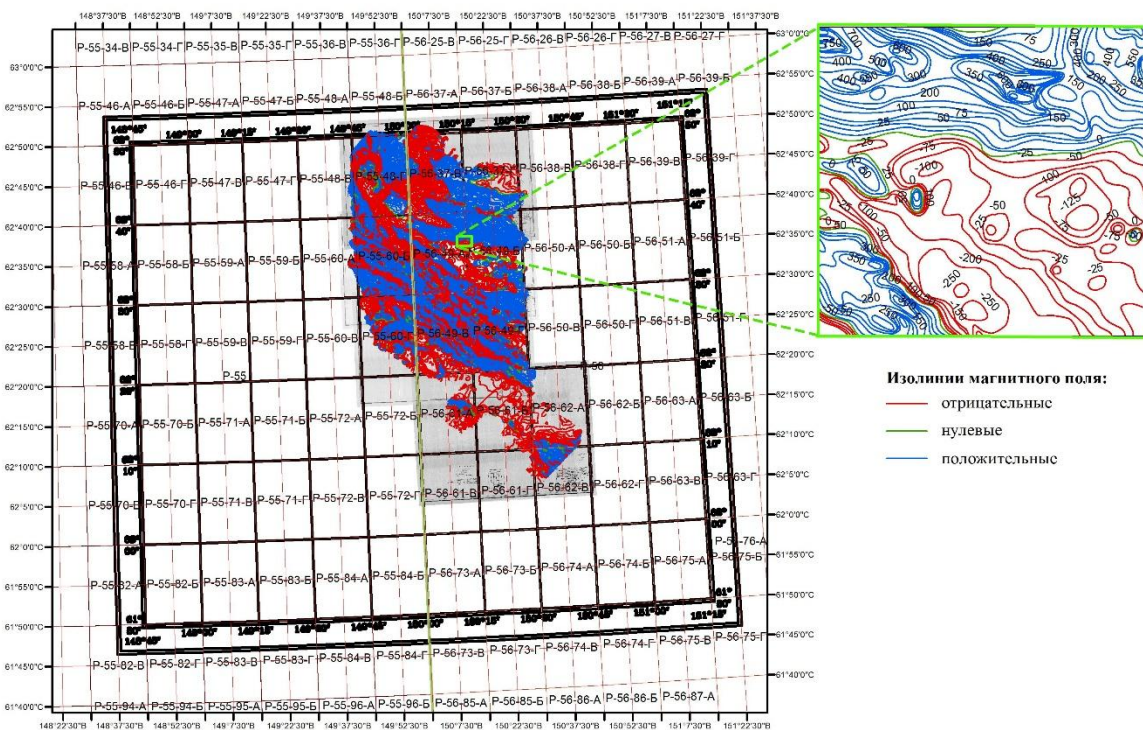
## За отчетный период выполнено:

### *Задачи:*

- Изучение геологии Дебинской и Ветренской площадей;
- Изучение геологических критериев локализации эталонных узлов ;
- Построение трансформаций геофизических полей;
- Выбор наиболее информативных трансформаций, отражающих проявленность в геофизических полях тектонических, магматических, литологических, метасоматических и др. факторов, благоприятных для рудообразования.



## Личный вклад:



Оцифровка отчетных карт  
аномального магнитного поля  
и карт содержаний урана,  
тория, калия масштаба 1:50  
000 (Кузьмин, 1981г.)



## • Типы трансформаций геофизических полей

- **амплитудные** – целью которых является подчеркивание локальных изменений интенсивности аномалий, по большей части обусловленных изменениями вещественного состава геологических объектов и их геометрических параметров (мощность, глубина залегания верхней кромки);
  
- **структурные** – целью которых является подчеркивание тонкой структуры геофизических полей, без учета локальных изменений интенсивности аномалий, что позволяет эффективно выявлять разнопорядковые тектонические нарушения;
  
- **классификационные** – целью которых является выявление статистических связей  
и закономерностей внутри этих связей между различными полями или их трансформациями,  
что позволяет выявить и оконтурить различные структурно-вещественные комплексы,  
слабо проявленные в отдельных полях



Для решения поставленных задач был получен следующий набор трансформаций.

По аэромагнитным и гравиметрическим данным это:

- - локальные составляющие полей при различных уровнях осреднения поля;
- - горизонтальные и вертикальные градиенты потенциальных полей;
- - характеристики пространственной изменчивости полей (дисперсия, энтропия, число экстремумов и т.д.).

По аэрогамма-спектрометрическим данным:

- - надфоновые составляющие радиоактивных элементов (вторичные «эпигенетические»);
- - особенности радиогеохимической зональности по методике «АРК» (Зубов Е.И., 1989).



# Технология аэрорадиогеохимического картирования («АРК»)

Технология радиогеохимического картирования разработана Смысловым А.А. (Radiogeochemical studies, 1968),

применительно к аэрогамма-спектрометрическим (АГС) данным – Красновым А.И. и Высокоостровской Е.Б. (Aeroradiogeochemical mapping, 1983).

В автоматизированном варианте, основанном на компонентном анализе АГС данных и позволяющем снизить влияние ландшафтного фактора, выделить радиогеохимически специализированные комплексы горных пород и усилить вторичную («эпигенетическую») составляющую, она реализована Зубовым ЕИ. (Zubov E.I., 1989) и интегрирована в систему OASIS Montaj (GeoSoft) Зубовым Д.Е.





# Технология аэрорадиогеохимического картирования («АРК»)

В основу метода «АРК» положена высокая степень корреляции радиоактивных элементов при изменении мощности рыхлых образований (фаций элементарных ландшафтов) и переходе от одной литологической разности к другой. При отсутствии на изучаемой площади значительных выходов радиогеохимически специализированных горных пород основным фактором, меняющим структуру связей РЭ, являются различные наложенные процессы, протекающие с перераспределением урана, тория и калия. В этом случае полный вектор содержаний РЭ, измеренных в  $i$ -той точке исследуемой площади ( $Q_i = \{qU, qTh, qK\}_i$ ), рассматривается как сумма двух основных слагаемых:

$$Q_i = Q_{fi} + \Delta Q_i, \quad \text{где}$$

$Q_{fi}$  - фоновая («скоррелированная» или «первичная») составляющая вектора  $Q_i$  со структурой связей (соотношениями между элементами), типичной для большинства горных пород и элементарных ландшафтов исследуемого участка;

$\Delta Q_i$  - аномальная («раскоррелированная» или «вторичная») компонента радиогеохимического поля, обусловленная совокупностью наложенных («вторичных») процессов.



# Технология аэрорадиогеохимического картирования («АРК»)

Вычисление  $Q_i$  производится методом главных компонент (МГК) по формуле:

$$Q_i = f(F1_i), \text{ где}$$

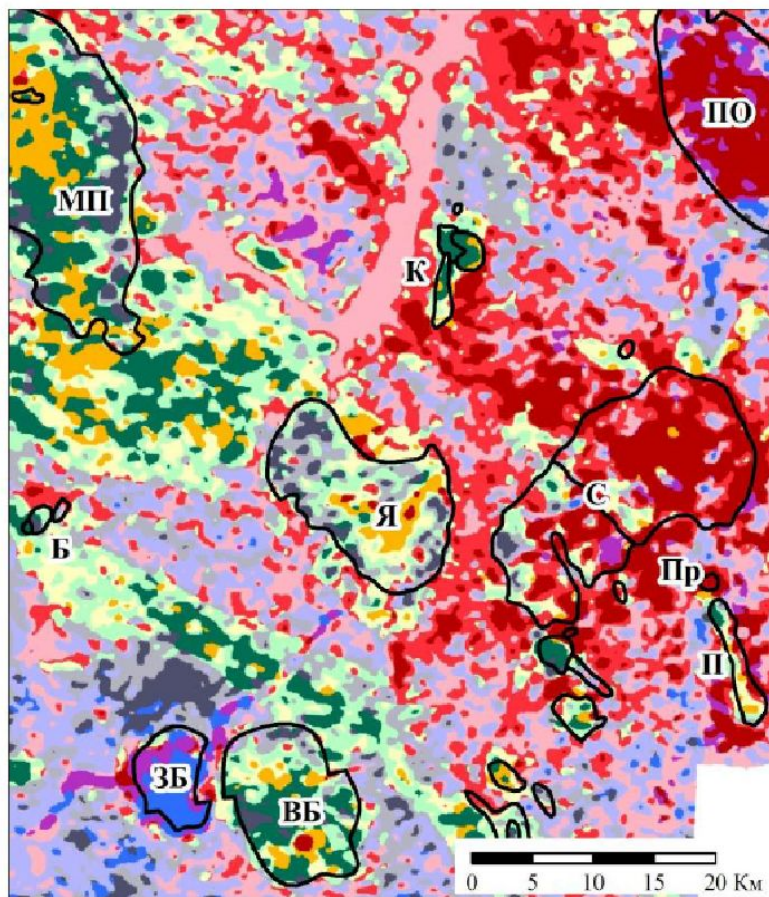
где  $F1$  - первая главная компонента корреляционной матрицы, которая рассчитывается по совокупности содержаний  $U$ ,  $Th$ ,  $K$  на соответствующем уровне организации вещества в пределах всей исследуемой площади или по какой-то ее части, ограниченной контурами реальных геологических образований или выделенных на предыдущем этапе радиогеохимических зон (классов) [Зубов, 1989; Воробьев и др., 1997; Бабаянц и др., 2006].

Отсюда:

$$\Delta Q_i = Q_i - f(F1_i)$$

Абсолютная величина элементов вектора  $\Delta Q_i$  («модуль»), характеризует интенсивность проявления наложенных процессов в  $i$ -той точке исследуемого пространства (чем больше по модулю  $\Delta q_{U_i}$ ,  $\Delta q_{Th_i}$  или  $\Delta q_{K_i}$ , тем интенсивнее здесь было перераспределение этих элементов). Другой важнейшей характеристикой вторичной компоненты АГС поля в  $i$ -той точке является ее радиогеохимическая природа, показывающая, у какого радиоактивного элемента величина модуля  $|\Delta q_{j_i}|$  максимальна.

## Результаты обработки АГС данных методом «АРК» представляются в виде карт вторичной радиохимической зональности в различных вариантах (с шестью и более



### УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

#### Радиохимические зоны



(темные тона - надфоновое содержание  $RЭ > 1,3\sigma$ ,  
светлые тона - надфоновое содержание  $RЭ > 0,5\sigma$ ,  
где  $\sigma$  - единица стандартного отклонения)

□ Контуры интрузивных массивов

#### Название интрузивных массивов:

- МП** Малых Порогов
- К** Корабль
- ПО** Право-Обинский
- Б** Бургагинский
- Я** Ярыга
- С** Сибердык
- Пр** Профессорский
- П** Победа
- ЗБ** Зап. Бутугычаг
- ВБ** Вост. Бутугычаг

Алгоритм прогноза по  
геофизическому данным  
(ВСЛПН)

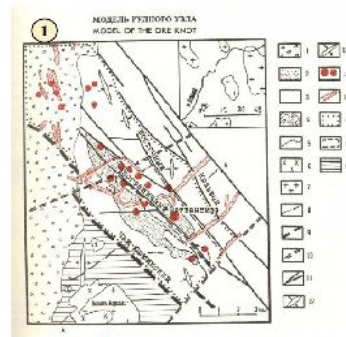
1  
ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ  
МОДЕЛЬ ПЕРВОГО  
ТАКСОНА (РУДНОГО  
ПОЛЯ, УЭЛА и т.п.)

2  
ФОРМИРОВАНИЕ БАЗЫ  
ДАНЫХ  
ГЕОЛОГИЧЕСКИХ  
КРИТЕРИЕВ, КОТОРЫЕ  
МОГУТ БЫТЬ  
ПРОЯВЛЕНЫ В  
ГЕОФИЗИЧЕСКИХ  
ПОЛЯХ

3  
ФОРМИРОВАНИЕ БАЗЫ  
ДАНЫХ  
ГЕОФИЗИЧЕСКИХ  
КРИТЕРИЕВ НА ОСНОВЕ  
АНАЛИЗА  
ПРОЯВЛЕННОСТИ  
ГЕОЛОГИЧЕСКИХ  
КРИТЕРИЕВ В  
ГЕОФИЗИЧЕСКИХ  
ПОЛЯХ

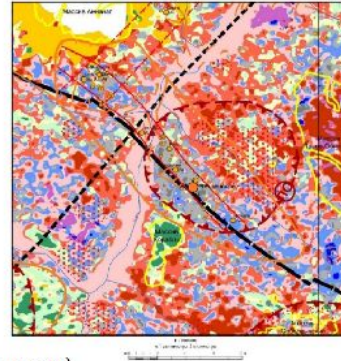
4  
ГЕОЛОГО-  
ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ  
МОДЕЛЬ

5  
ВЫДЕЛЕНИЕ  
УЧАСТКОВ,  
СООТВЕТСТВУЮЩИХ  
ГЕОЛОГО-  
ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ  
МОДЕЛИ (ПРОГНОЗ)



(Минифакторные прогнозно-поисковые модели..., (ЦИПРИИ, 1992 г.)

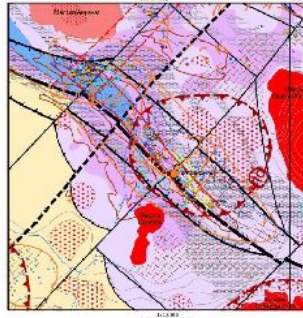
3  
Схема размещения Ветрового рудного узла на схеме районно-геометрической зональности



Геолого-геофизическая модель (на примере Ветрового рудного узла)

2	1 геологические критерии	3	Геофизические критерии
	<u>Магматические:</u> (наличие границ зон рудного узла, дайки и силлы рудитового состава (поздняя зора)) Тензорный видный массив Транс-Обнинского массива		Низкая отрицательная аномалия (<-50 мГга)
	<u>Тектонические:</u> продолговатость в зонах глубинных разломов СВ и СЗ простирания		Зоны пониженных значений среднего модуля притяжения Ag (параметр Mo(Ag)) и повышенных – отрицательной аномалии поля (ΔT <sub>изоб</sub> ) (поле, переходящее на высоту 15 км)
	<u>Метасоматические:</u> (наличие зон измененных пород: серпентинизация, пропитывания)		Линейная отрицательная аномалия магнитного поля, интерпретируемая как зона гидротермально-метасоматической проработки, симметрично охватываемая полосовыми положительными аномалиями, интерпретируемыми как зоны рассеянной интрузивной минерализации
			Калий-гидратная зона и районно-геометрические точки калпая составленная обусловлена развитием околорудных метасоматических процессов, сопровождающихся привнесом калия, что хорошо выражено на месторождении шпротки разлития серпентита

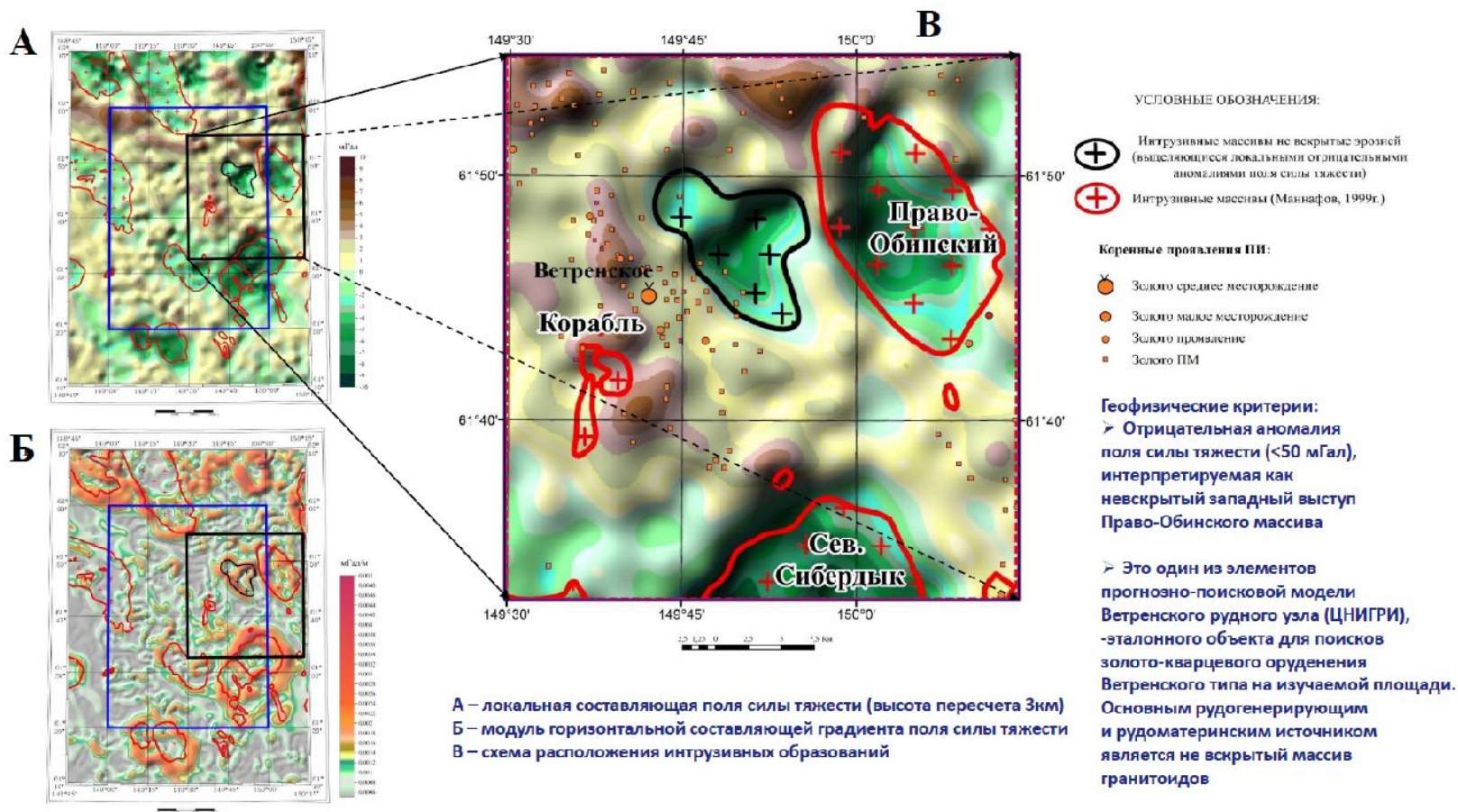
4  
ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ И ГЕОХИМИЧЕСКАЯ  
МОДЕЛЬ ВЕТРОВЫХ РУДНЫХ ПОЛЕЙ





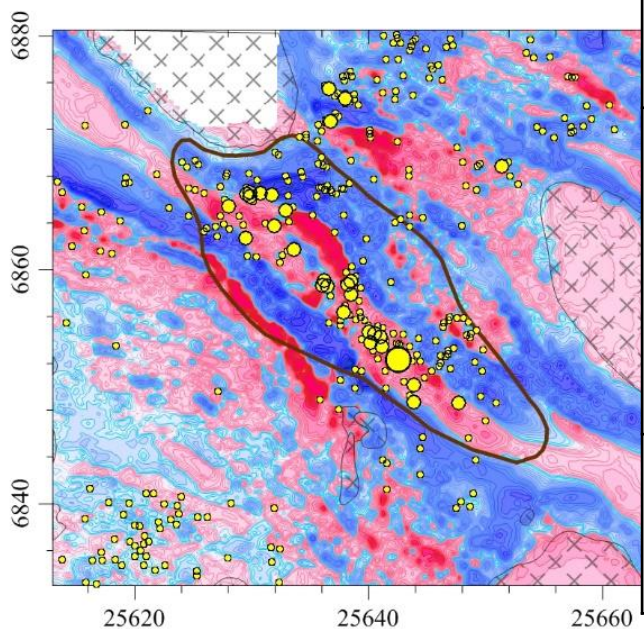
- Геолого-геофизические признаки Ветренского рудного узла**

Геофизические признаки	Геологическая интерпретация
Крупная отрицательная аномалия ( $<-50$ мГал)	невскрытый западный выступ Право-Обинского массива
Зоны пониженных значений среднего модуля приращения $\Delta g$ (параметр $M_s(\Delta g)$ ) и повышенных – осредненного магнитного поля $(\Delta T)_a(оср)$ (поле, пересчитанное на высоту 15 км).	Приуроченность к зонам глубинных разломов СВ и СЗ простирания
Линейная отрицательная аномалия магнитного поля, симметрично окаймлённая полосовыми положительными аномалиями	Линейная отрицательная аномалия магнитного поля, интерпретируемая как зона гидротермально-метасоматической проработки, симметрично окаймлённая полосовыми положительными аномалиями, интерпретируемыми как зоны рассеянной пирротиновой минерализации
Калий-ториевая зона в радиогеохимических полях.	Калиевая составляющая обусловлена развитием околорудных метасоматических процессов, сопровождающихся привнесом калия, что хорошо выражено на месторождении широким развитием серицита.

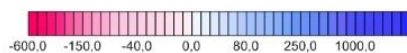




Карта  
аномального магнитного поля



Шкала значений, нТл

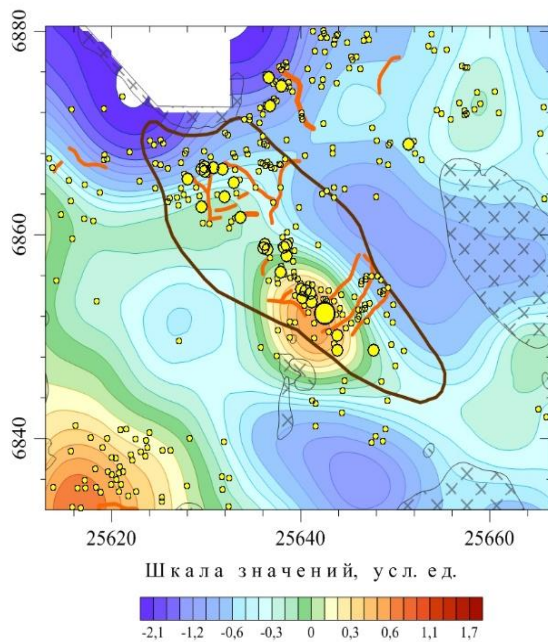


Геофизические признаки	Геологическая интерпретация
Крупная отрицательная аномалия (<math><-50</math> мГал)	невскрытый западный выступ Право-Обинского массива
Зоны пониженных значений среднего модуля приращения $\Delta g$ (параметр $M_s(\Delta g)$ ) и повышенных – осредненного магнитного поля ( $\Delta T$ ) $_{a(оср)}$ (поле, пересчитанное на высоту 15 км).	Приуроченность к зонам глубинных разломов СВ и СЗ простирания
Линейная отрицательная аномалия магнитного поля, симметрично окаймлённая полосовыми положительными аномалиями	Линейная отрицательная аномалия магнитного поля, интерпретируемая как зона гидротермально-метасоматической проработки, симметрично окаймлённая полосовыми положительными аномалиями, интерпретируемыми как зоны рассеянной пирротиновой минерализации
Калий-ториевая зона в радиогеохимических полях.	Калиевая составляющая обусловлена развитием околорудных метасоматических процессов, сопровождающихся привнесом калия, что хорошо выражено на месторождении широким развитием серицита.



## Карта суммы вторичных составляющих калия и тория

(параметр М, технология АРК по данным,  
осредненным медианой в окне 5 x 5 км)

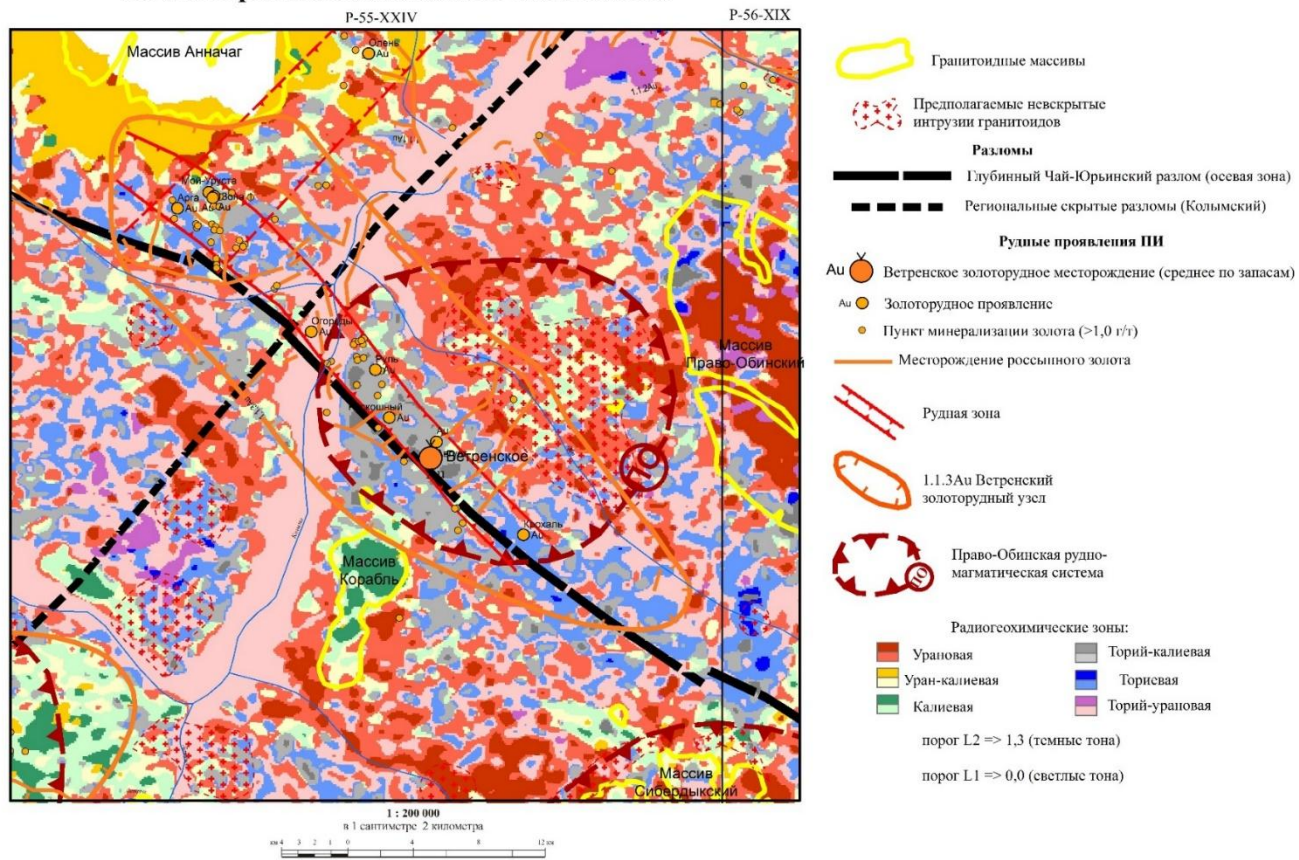


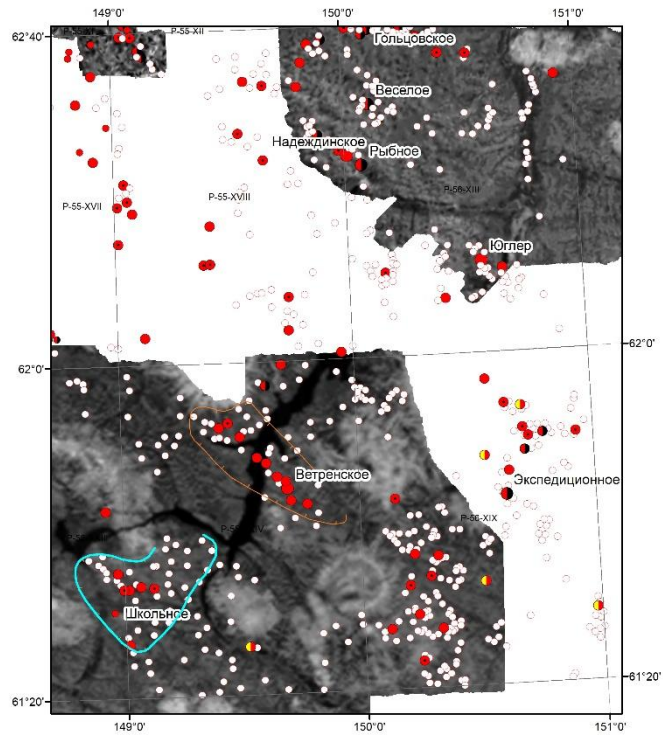
Физические признаки	Геологическая интерпретация
Отрицательная аномалия (<-50	невскрытый западный выступ Право-Обинского массива
Высокие значения среднего модуля (параметр $M_s(\Delta g)$ ) и осредненного магнитного поля, пересчитанное на высоту 15	Приуроченность к зонам глубинных разломов СВ и СЗ простирания
Отрицательная аномалия магнитного поля, окаймленная полосовыми положительными аномалиями	Линейная отрицательная аномалия магнитного поля, интерпретируемая как зона гидротермально-метасоматической проработки, симметрично окаймленная полосовыми положительными аномалиями, интерпретируемыми как зоны рассеянной пирротиновой минерализации
Калий-ториевая зона радиогеохимических полей.	Калиевая составляющая обусловлена развитием околорудных метасоматических процессов, сопровождающихся привносом калия, что хорошо выражено на месторождении широким развитием серицита.





### Схема размещения Ветренского рудного узла на схеме радиогеохимической зональности

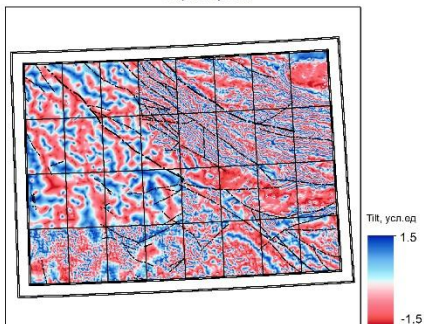




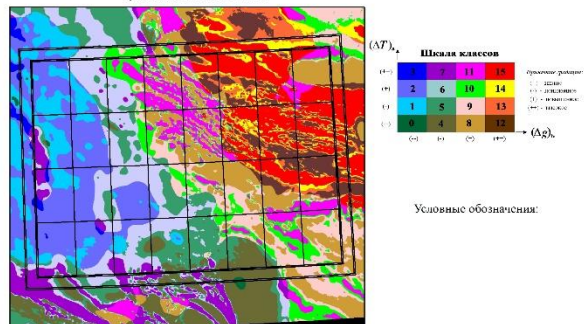


ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ  
ТРАНСФОРМАЦИИ  
НА ДЕБИНСКОЙ  
ПЛОЩАДИ

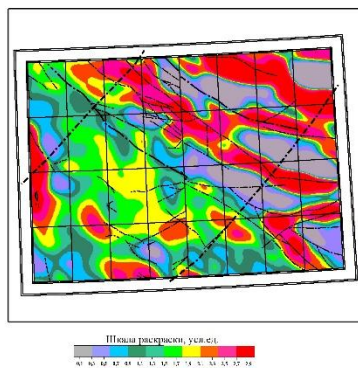
Параметр Tilt



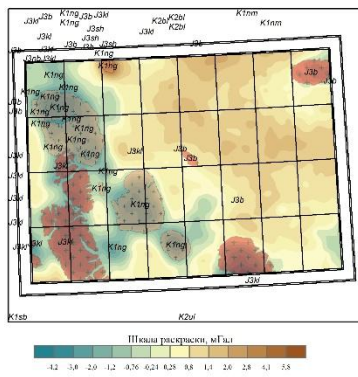
Районирование локальных составляющих  
гравимангнитных полей



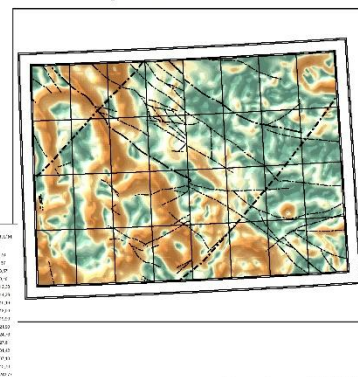
Частотная составляющая 1800-2000 м  
аномального магнитного поля



Локальная составляющая поля  
силы тяжести



Модуль горизонтальной составляющей  
градиента поля силы тяжести



Масштаб врезок 1:1 000 000



# Результат

## Ы

- Построены трансформации геофизических полей;
- Отобраны наиболее информативные трансформации, отражающие проявленность в геофизических полях тектонических, магматических, литологических, метасоматических и др. факторов, благоприятных для рудообразования.

## Вывод

Указанные геологические критерии находят свое отражение в геофизических полях и, главным образом, в их трансформациях. Полученный набор трансформаций геофизических полей позволил выделить геофизические признаки локализации золоторудных узлов на исследуемой территории



Спасибо за внимание!