Санкт-Петербургский государственный университет
www.spbu.ru

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра геофизики

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

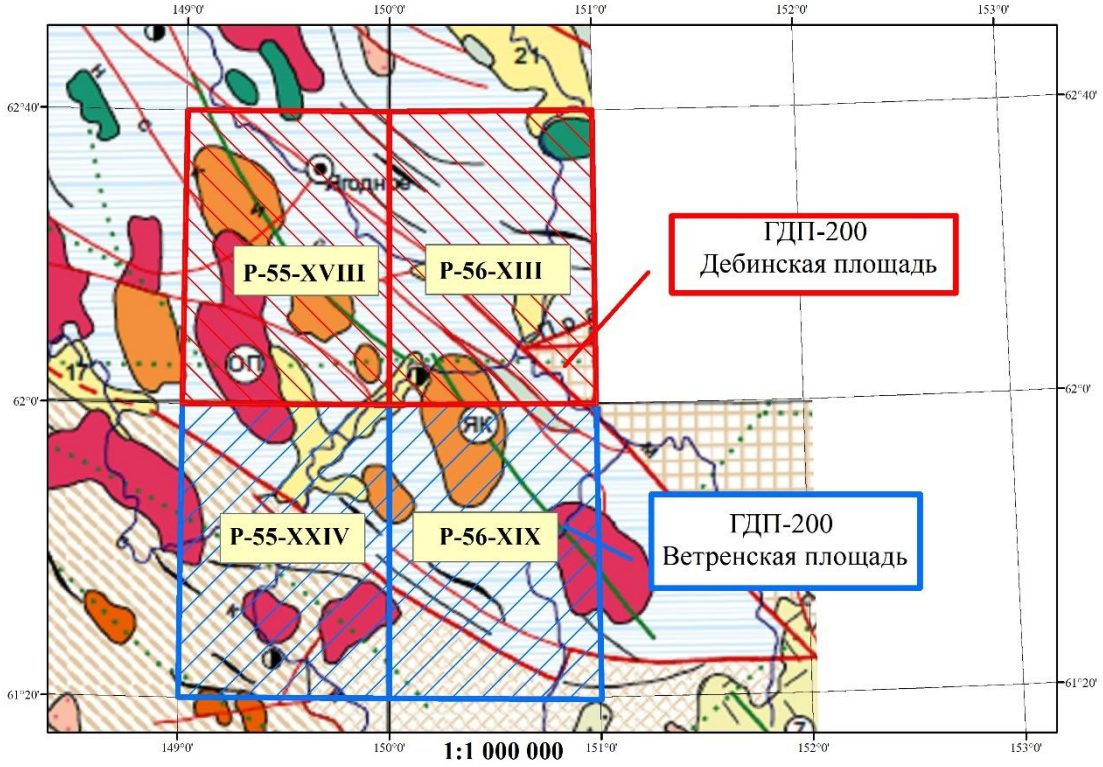
Задачи:

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

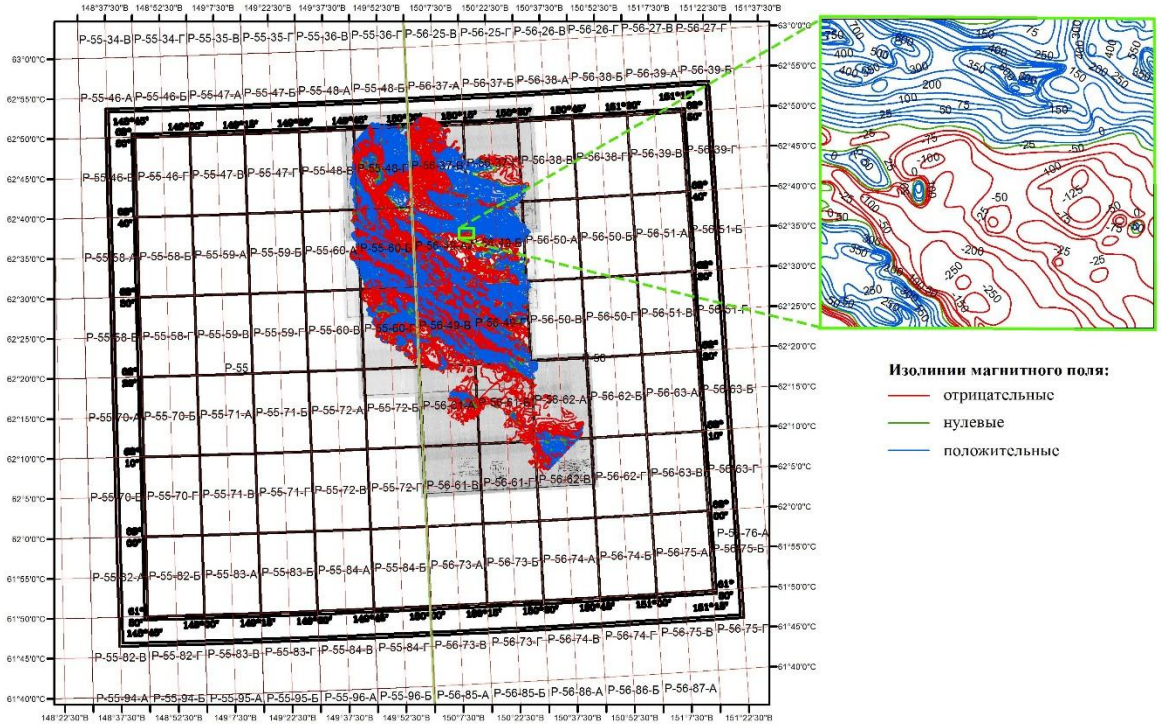
Цели и задачи

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 методики «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 ($Qi = \{qU, qTh, qK\}i$), рассматривается как сумма двух основных слагаемых:

$$Qi = Q\phi i + \Delta Qi, \quad \text{где}$$

$Q\phi i$ - фоновая («скоррелированная» или «первичная») составляющая вектора Qi со структурой связей (соотношениями между элементами), типичной для большинства горных пород и элементарных ландшафтов исследуемого участка;

ΔQi - аномальная («раскоррелированная» или «вторичная») компонента радиогеохимического поля, обусловленная совокупностью наложенных («вторичных») процессов.

Технология аэрорадиогеохимического картирования («АРК»)

Вычисление Qфi производится методом главных компонент (МГК) по формуле:

Qфi = f(F1i), где

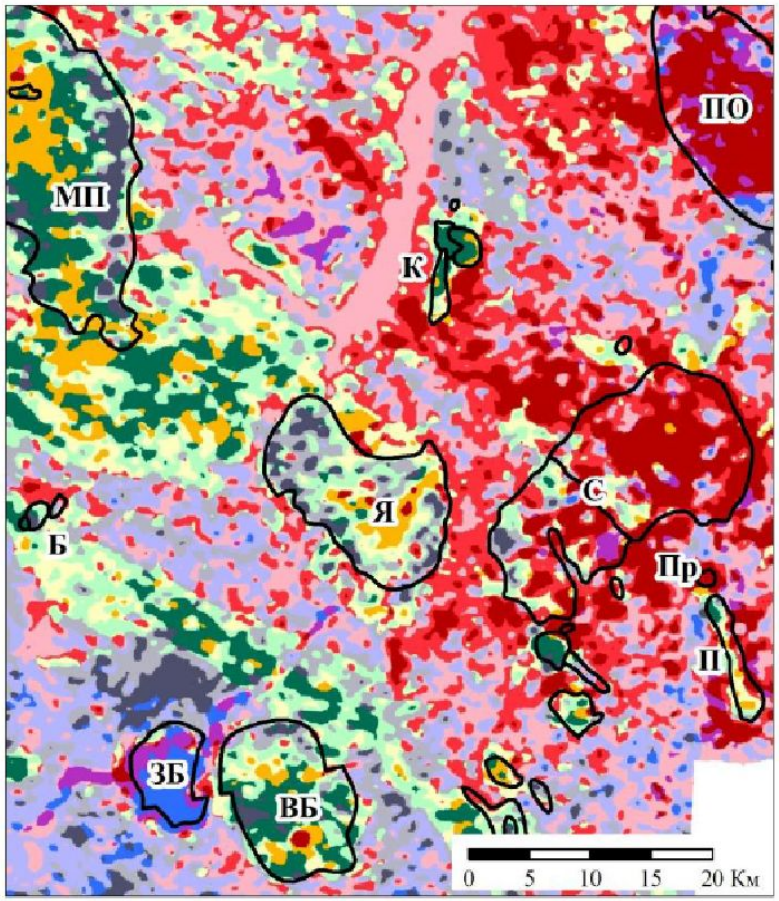
где F1 - первая главная компонента корреляционной матрицы, которая рассчитывается по совокупности содержаний U, Th, K на соответствующем уровне организации вещества в пределах всей исследуемой площади или по какой-то ее части, ограниченной контурами реальных геологических образований или выделенных на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

Отсюда:

ΔQi = Qi - f(F1i)

Абсолютная величина элементов вектора Δ Qi («модуль»), характеризует интенсивность проявления наложенных процессов в i-той точке исследуемого пространства (чем больше по модулю Δ qUi, Δ qThi или Δ qKi , 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 | Δ qji| максимальна.

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



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Радиогеохимические зоны

- Калиевая
- Уран-калиевая
- Урановая
- Торий-урановая
- Ториевая
- Торий-калиевая

(темные тона - надфоновое содержание РЭ >1.3 σ,
светлые тона - надфоновое содержание РЭ >0 σ,
где σ - единица стандартного отклонения)

Контуры интрузивных массивов

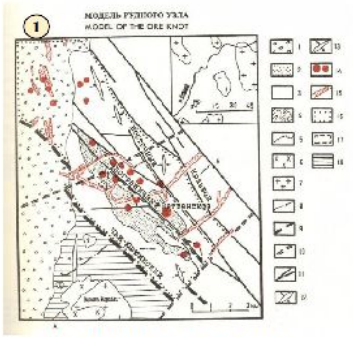
Название интрузивных массивов:

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 геофизическим данным (ВСЕГЕИ)

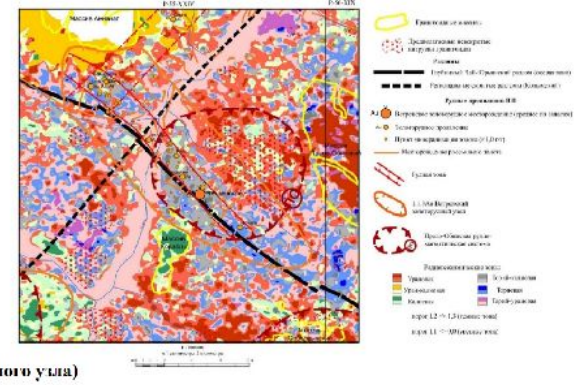
1. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЦЕЛЕВОГО МИНЕРАГЕНЕЧЕСКОГО ТАКСОНА (РУДНОГО ПОЛЯ, УЗЛА и т.п.)
2. ФОРМИРОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ, КОТОРЫЕ МОГУТ БЫТЬ ПРОЯВЛЕНЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЯХ
3. ФОРМИРОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ПРОЯВЛЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЯХ
4. ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ
5. ВЫДЕЛЕНИЕ УЧАСТКОВ, СООТВЕТСТВУЩИХ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ (ПРОГНОЗ)

1



(Многофакторные прогнозно-поисковые модели..., ЦНИГРИ, 1992 г.)

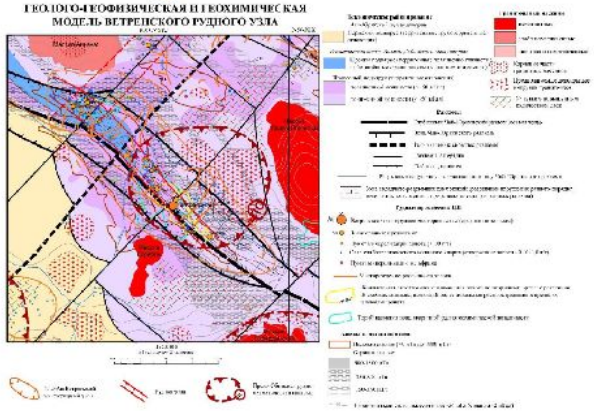
3 Схема размещения Ветренского рудного узла на схеме радиогеохимической зональности



Геолого-геофизическая модель (на примере Ветренского рудного узла)

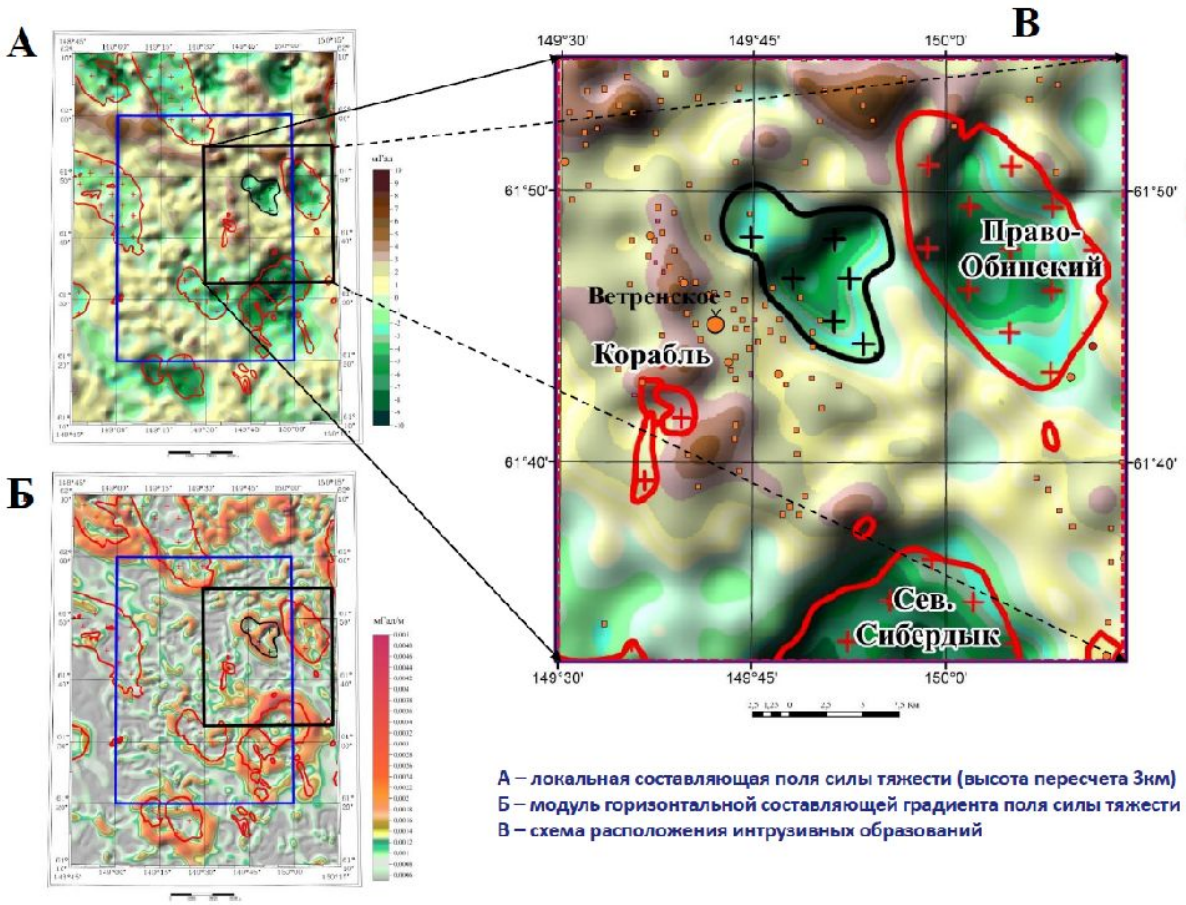
2 Геологические критерии	3 Геофизические критерии
Магматические: (наличие гранитоидов раннего мела, дайки и силлы различного состава (поздняя юра)) Невскрытый западный выступ Право-Обинского массива	Интенсивная отрицательная аномалия (<-50 мГал)
Тектонические: приуроченность к зонам глубинных разломов СВ и СЗ простирания	Зоны пониженных значений среднего модуля приращения Ag (параметр Mo(Δg)) и повышенных – осредненного магнитного поля ($\Delta T_{\text{осредн}}$) (поле, пересчитанное на высоту 15 км)
Метасоматические: (наличие зон измененных пород: серицизация, пропилитизация)	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 привносом калия, что хорошо выражено на месторождении широким развитием серицита

4



- **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 Δg (параметр Mc(Δg)) и повышенных – осредненного магнитного поля (ΔT)a(ocp) (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 привносом калия, что хорошо выражено на месторождении широким развитием серицита.

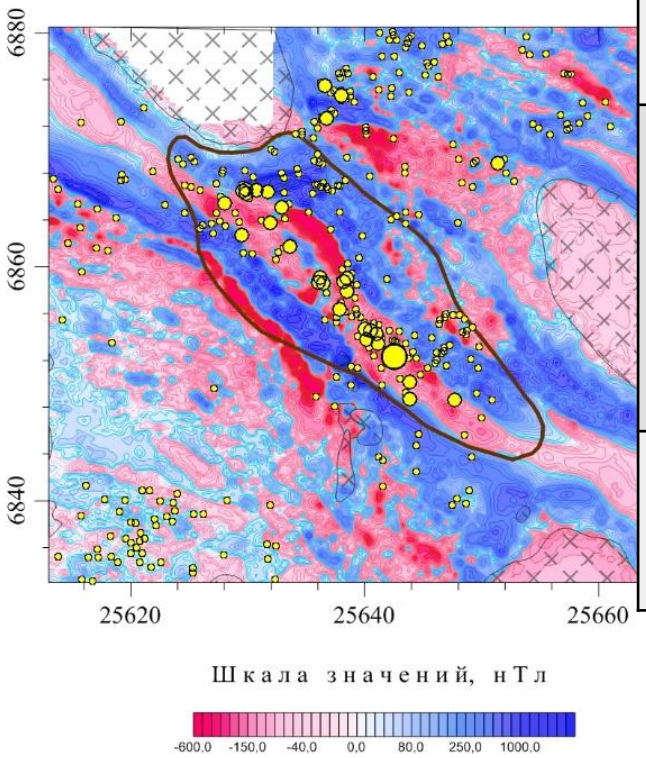


А – локальная составляющая поля силы тяжести (высота пересчета 3км)
Б – модуль горизонтальной составляющей градиента поля силы тяжести
В – схема расположения интрузивных образований

Геофизические критерии:

- **Отрицательная аномалия поля силы тяжести (<50 мГал), интерпретируемая как невскрытый западный выступ Право-Обинского массива**
- **Это один из элементов прогнозно-поисковой модели Ветренского рудного узла (ЦНИГРИ), -эталонного объекта для поисков золото-кварцевого оруденения Ветренского типа на изучаемой площади. Основным рудогенерирующим и рудоматеринским источником является не вскрытый массив гранитоидов**

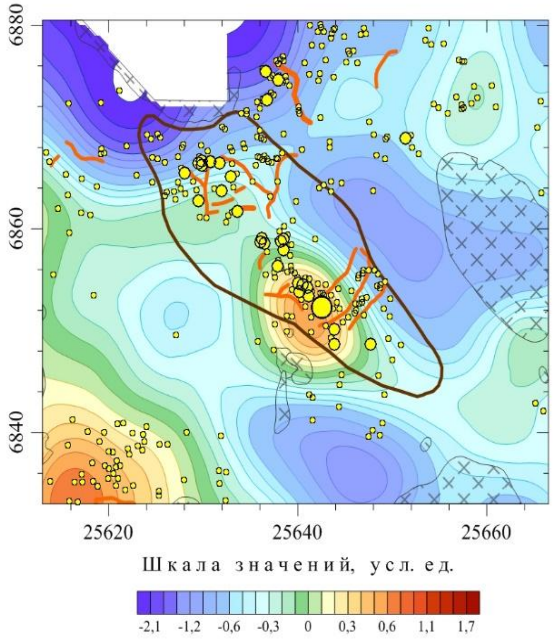
Карта
аномального магнитного поля



Геофизические признаки	Геологическая интерпретация
Крупная отрицательная аномалия (<-50 мГал)	невскрытый западный выступ Право-Обинского массива
Зоны пониженных значений среднего модуля приращения Δg (параметр Mc(Δg)) и повышенных – осредненного магнитного поля (ΔT)a(ocp) (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 привносом калия, что хорошо выражено на месторождении широким развитием серицита.

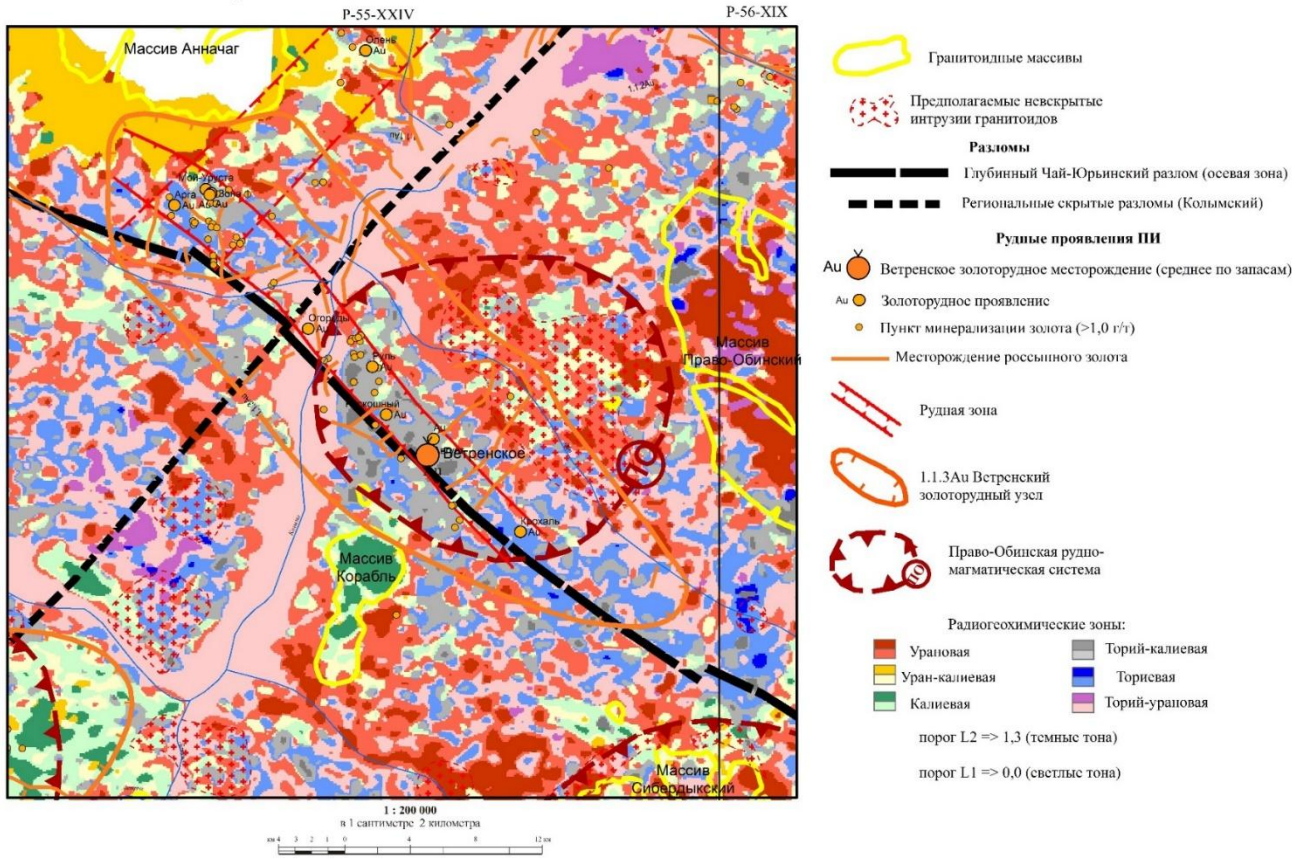
Карта суммы вторичных составляющих калия и тория

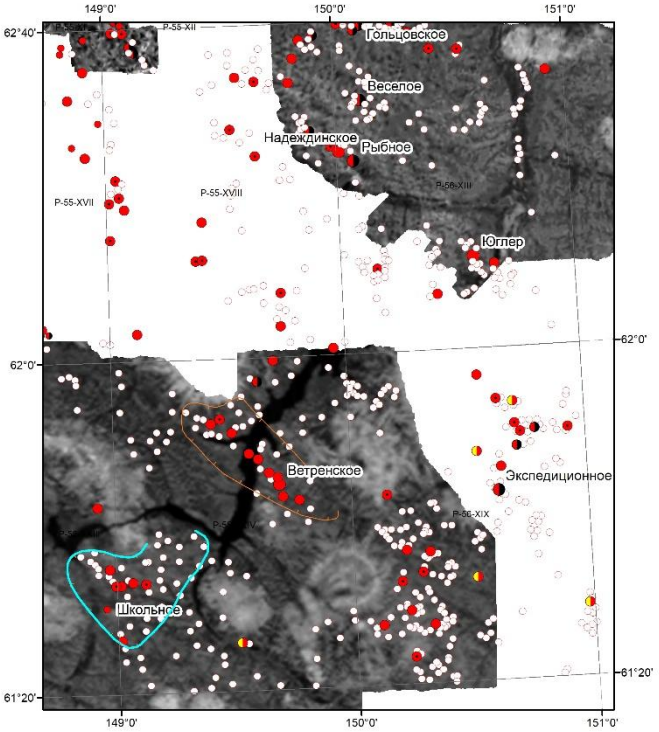
(параметр M, технология АРК по данным, осредненным медианой в окне 5 х 5 км)



…зические признаки	Геологическая интерпретация
…щательная аномалия (<-50	невскрытый западный выступ Право-Обинского массива
…ых значений среднего модуля (параметр Mc(Δg)) и …осредненного магнитного поля …е, пересчитанное на высоту 15	Приуроченность к зонам глубинных разломов СВ и СЗ простирания
…ательная аномалия магнитного …но окаймлённая полосовыми …и 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 привносом калия, что хорошо выражено на месторождении широким развитием серицита.

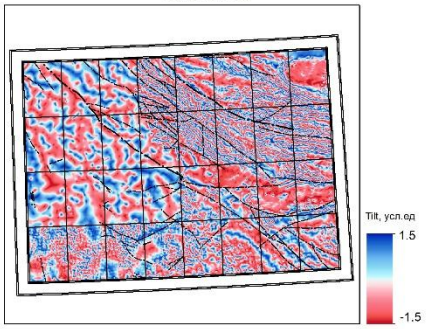
Схема размещения Ветренского рудного узла на схеме радиогеохимической зональности



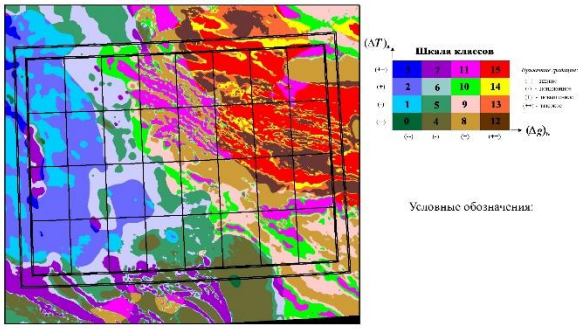

149°0'
150°0'
151°0'
62°40'
62°0'
61°20'
P-55-XII
P-55-XVII
P-55-XVIII
P-55-XIX
Гольцовское
Веселое
Надеждинское
Рыбное
Юглер
Ветренское
Экспедиционное
Школьное

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ТРАНСФОРМАЦИИ НА ДЕБИНСКОЙ ПЛОЩАДИ

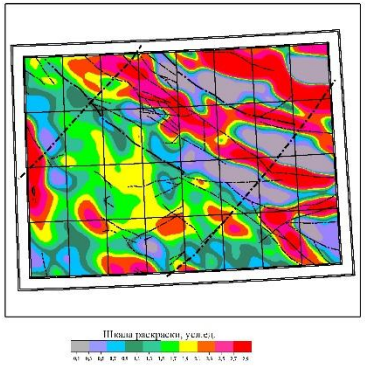
Параметр Tilt



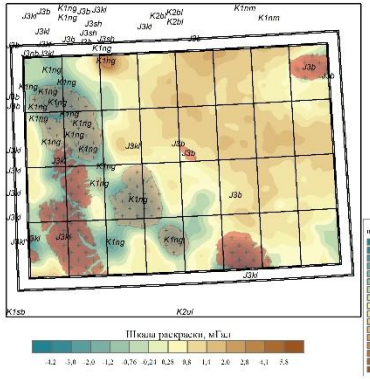
Районирование локальных составляющих гравимагнитных полей



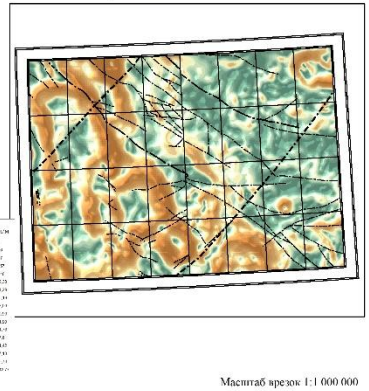
Частотная составляющая 1800-2000 м аномального магнитного поля



Локальная составляющая поля силы тяжести



Модуль горизонтальной составляющей градиента поля силы тяжести



Масштаб врезок 1:1 000 000

Результаты

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

Выводы

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!