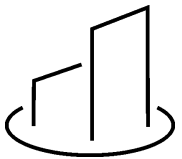




# Новые подходы к типизации и оценке аномальных геохимических полей (на примере Западной Чукотки)

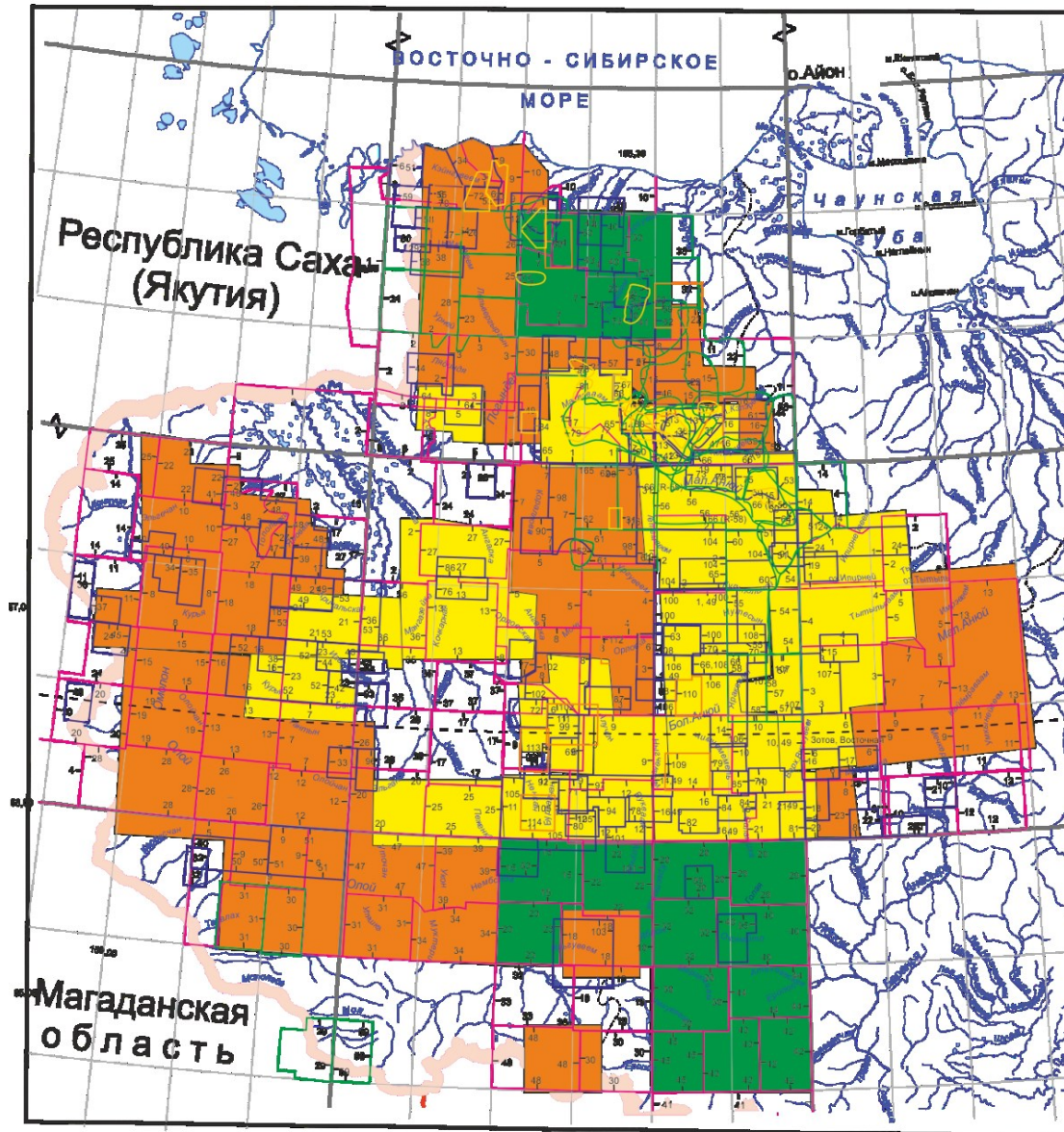


Николаев Ю.Н., Калько И.А., Аплеталин А.В., Пузанов С.А.

Бакшеев И.А., Власов Е.А., Прокофьев В.Ю.

МГУ имени М.В. Ломоносова, ИГЕМ РАН,

ООО «Геохимпоиски»



GREEN FIELD  
 Западная Чукотка  
 (Геохимические работы АГГП)

**УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ**

Геохимические работы на западной Чукотке  
 1975-1981 1982-2006 ОГХО



Геологосъемочные работы масштабов:  
 1:200 000 1:100 000 1:50 000 1:50 000 1:25 000



## Оценка прогнозных ресурсов РЗ (по потокам)

$$Q'_H = \frac{1}{k' \cdot k} \cdot \frac{1}{40} \cdot H \sum_{i=1}^m P'_i$$

где  $k'$  и  $k$  — коэффициенты пропорциональности между продуктивностями;  $1/40$  — переход от м<sup>2</sup>% к т металла;  $H$  — глубина прогноза коренного оруденения;  $\sum P'_i$  — продуктивность потоков рассеяния по  $m$  смежным руслам, м<sup>2</sup>%.

$$P'_{ист} = P'_{max} \cdot \left[ \frac{1 - (S_{R_0}/S_R)}{1 - (S_{R_0}/S_R)^{\alpha'}} \right] = \lambda' \cdot P'_{max}$$

## Оценка прогнозных ресурсов РЗ (вторичным ореолам)

$$Q_{\text{проявл.}} = \alpha^3 \cdot Q_{\text{этал.}} = \left( \sqrt{\frac{P_{\text{проявл.}}}{P_{\text{этал.}}}} \right)^3 \cdot Q_{\text{этал.}} \quad Q = \frac{1}{k} \cdot \frac{P}{40} \cdot H \cdot \alpha$$

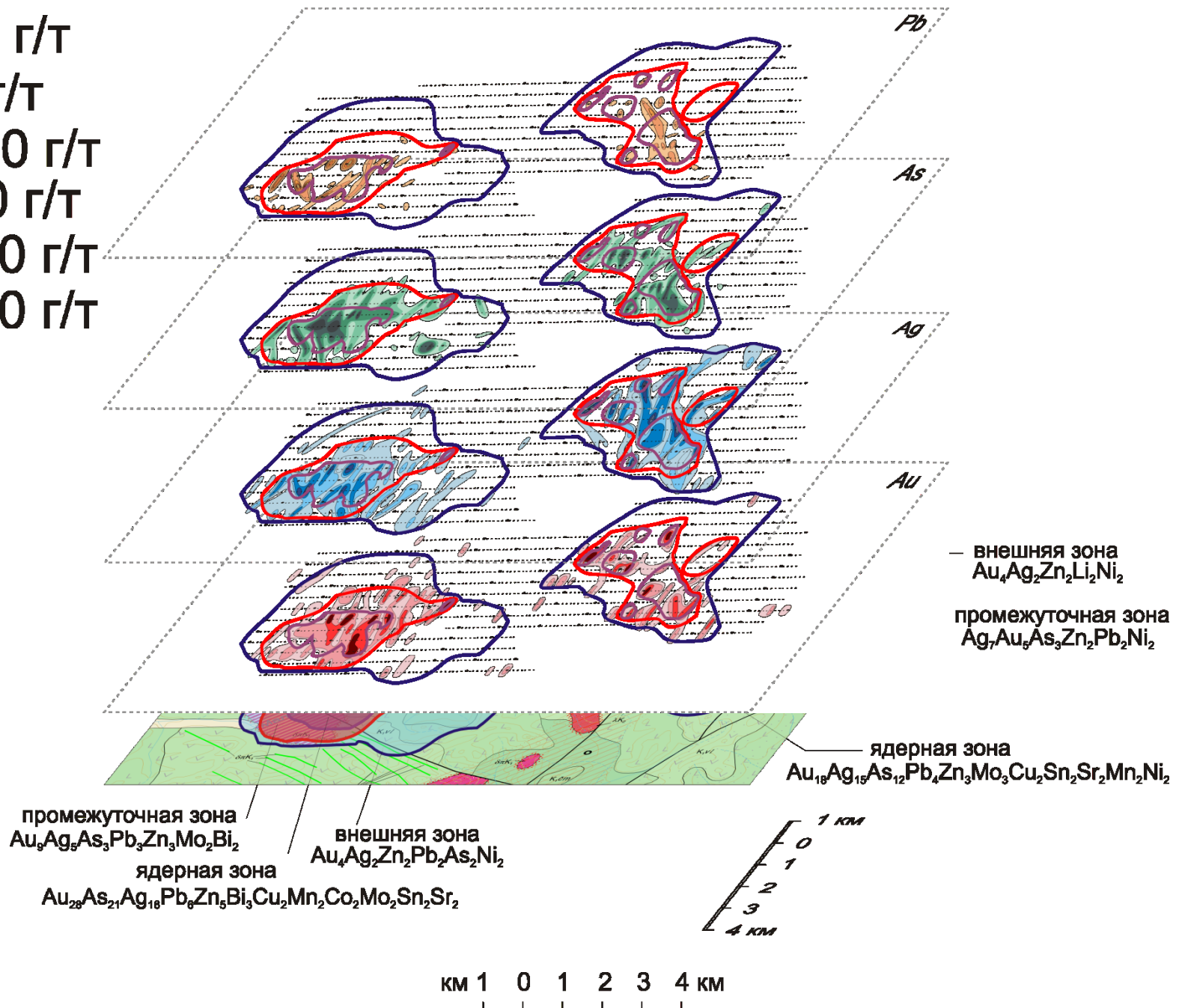
$$K_c = \frac{\hat{C}_a}{C_f}$$

$$P = \sum_i (C_i - C_f) \times d \times a$$

$$\Delta q = \frac{P \cdot 2.5}{S \cdot 100} = \frac{P}{40 \cdot S}$$

# Выделение структур АГХП

$Au \geq 0.1 \text{ г/т}$   
 $Ag \geq 3 \text{ г/т}$   
 $Pb \geq 500 \text{ г/т}$   
 $Mo \geq 20 \text{ г/т}$   
 $As \geq 200 \text{ г/т}$   
 $Zn \geq 500 \text{ г/т}$



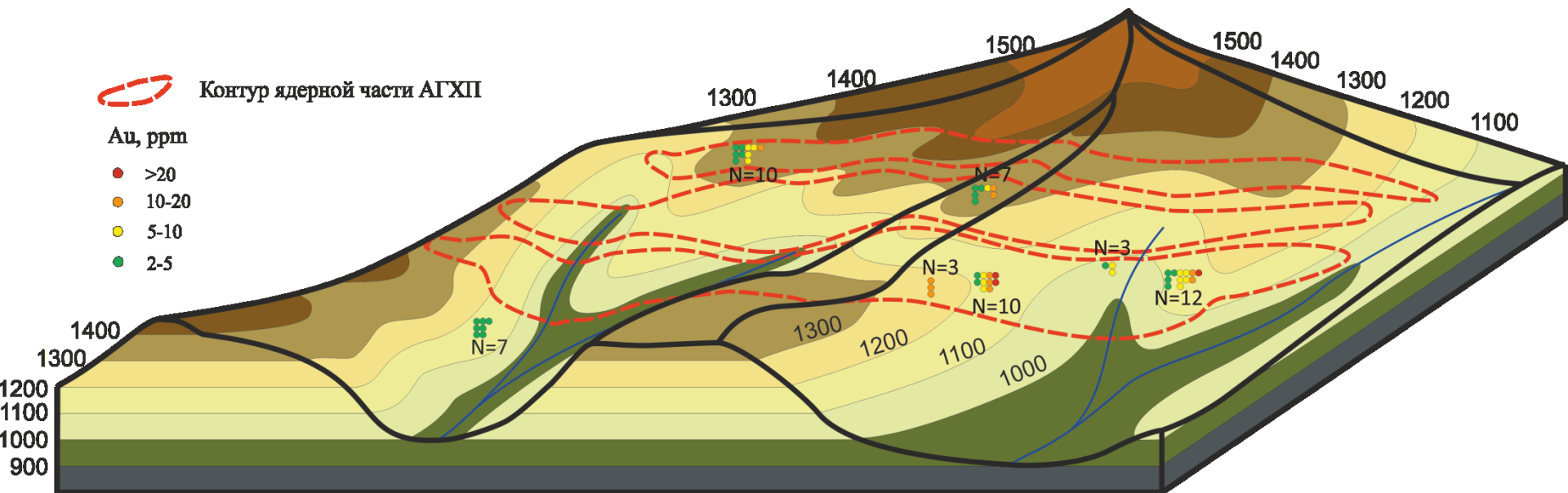




## Характеристики золото-серебряного оруденения на проявлении Правое Крыло

Содержания в рудах			Геохимическая ассоциация	Минеральная ассоциация
Au г/т	Ag г/т	Au:Ag		
<b>Золото-серебро-сульфидный тип</b>				
5,7	30	1:5	Au <sub>1903</sub> Ag <sub>270</sub> As <sub>285</sub> Pb <sub>433</sub> Cd <sub>70</sub> Zn <sub>64</sub> S <sub>30</sub> Sb <sub>20</sub> Cu <sub>12</sub> Mn <sub>9</sub> Fe <sub>5</sub> Co <sub>2</sub>	Пирит, арсенопирит, сфалерит, халькопирит, пирротин, галенит, аргентотетраэдрит(Fe), золото(320-483), акантит
<b>Золото-серебро-сульфидно-сульфосольный тип</b>				
3,7	215	1:58	Ag <sub>1951</sub> Au <sub>1235</sub> As <sub>1157</sub> Pb <sub>583</sub> Zn <sub>81</sub> Cd <sub>71</sub> Sb <sub>55</sub> S <sub>25</sub> Cu <sub>11</sub> Mn <sub>11</sub> Fe <sub>5</sub> Mo <sub>2</sub> Bi <sub>2</sub> Co <sub>2</sub>	Пирит, As-пирит, арсенопирит, сфалерит, халькопирит, галенит, тетраэдрит-аргентотетраэдрит(Fe), пираргирит, миаргирит, пирсеит-полибазит, золото (337-647), акантит
<b>Золото-серебряный сульфосольный</b>				
2,1	41	1:20	As <sub>735</sub> Au <sub>693</sub> Sb <sub>411</sub> Ag <sub>377</sub> Pb <sub>25</sub> Mn <sub>10</sub> Cd <sub>7</sub> Zn <sub>5</sub> Fe <sub>2</sub> Mo <sub>2</sub> Te <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	Пирит, стефанит, Se-акантит, самород. серебро, фаза Ag <sub>5</sub> S <sub>2</sub> с Au

## Участок Правое Крыло



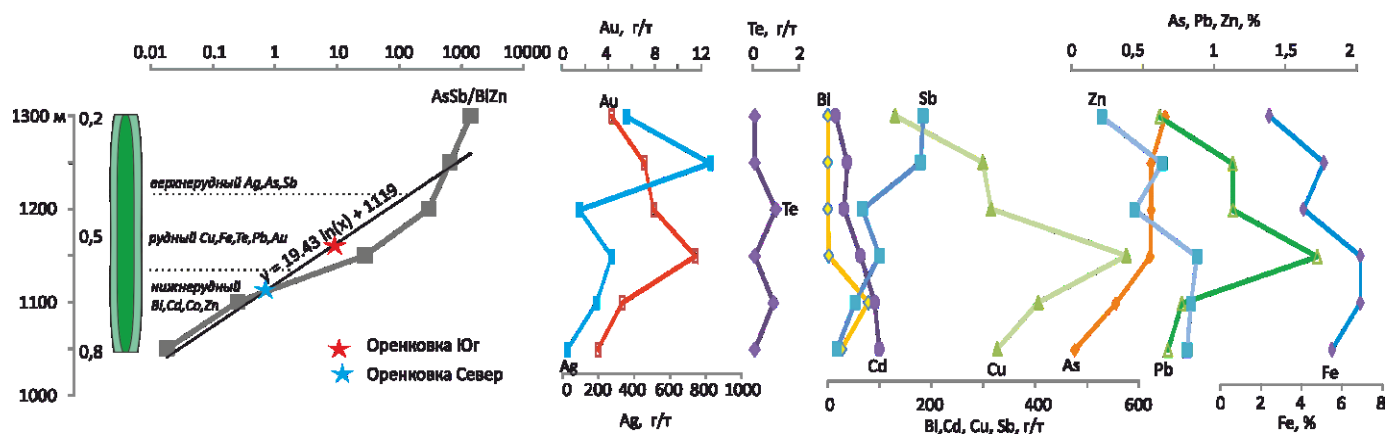
Расположение штучных проба с аномальными содержаниями золота на гипсометрических уровнях участка



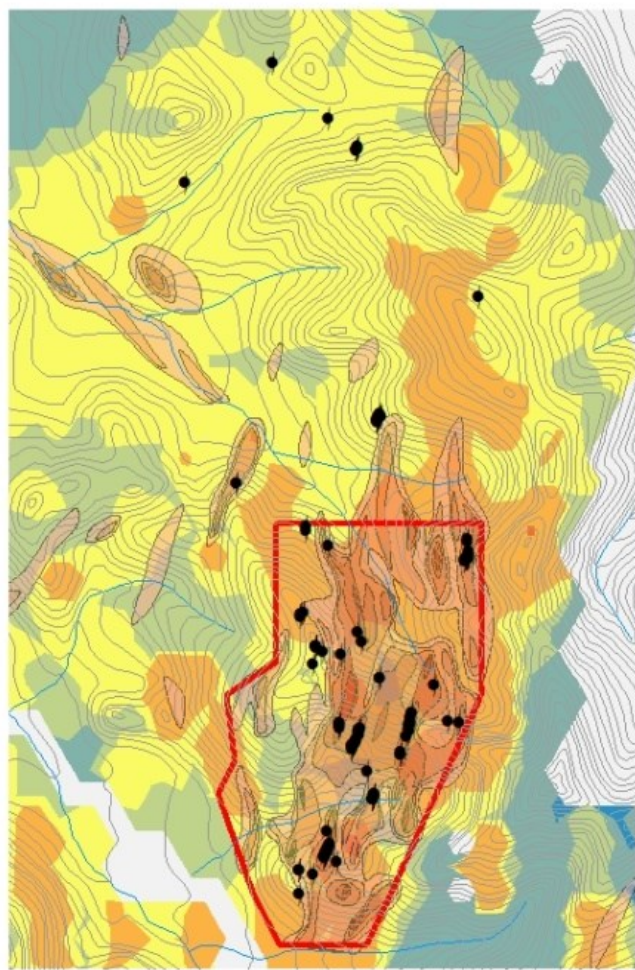
## Ряд вертикальной зональности элементов и значения геохимического показателя зональности для разных уровней оруденения на месторождении Пр. Крыло

Уровень оруденения (абсолютная отметка)	Верхне-рудный (1300 м)	Верхне-средне-рудный (1250 м)	Верхне-средне-рудный (1200 м)	Средне-рудный (1150 м)	Средне-нижне-рудный (1100 м)	Нижне-рудный (1050 м)
Содержание Au (г/т)	4,3	7,1	7,9	11,5	5,2	3,1
Содержание Ag (г/т)	358	826	93	274	189	26
Ряд зональности (снизу-вверх)	Bi-Ca-Mg-Al-Cd-Co-Zn- K- S-Cu-Fe-Na-Se-Te-Mn-Pb-Au-As-Ag-Sb					
показатель зональности AsSb/BiZn	1191	506	245	28	0,3	0,02

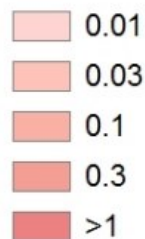
## Модель вертикальной геохимической зональности проявления Правое Крыло



# Участок Правое Крыло оценка уровня эрозионного среза по показателю зональности



◆ Штуфные пробы, использованные в работе  
Вторичные ореолы золота, г/т:

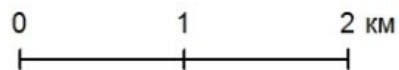


Распределение показателя зональности:  
AsSb\_BiZn

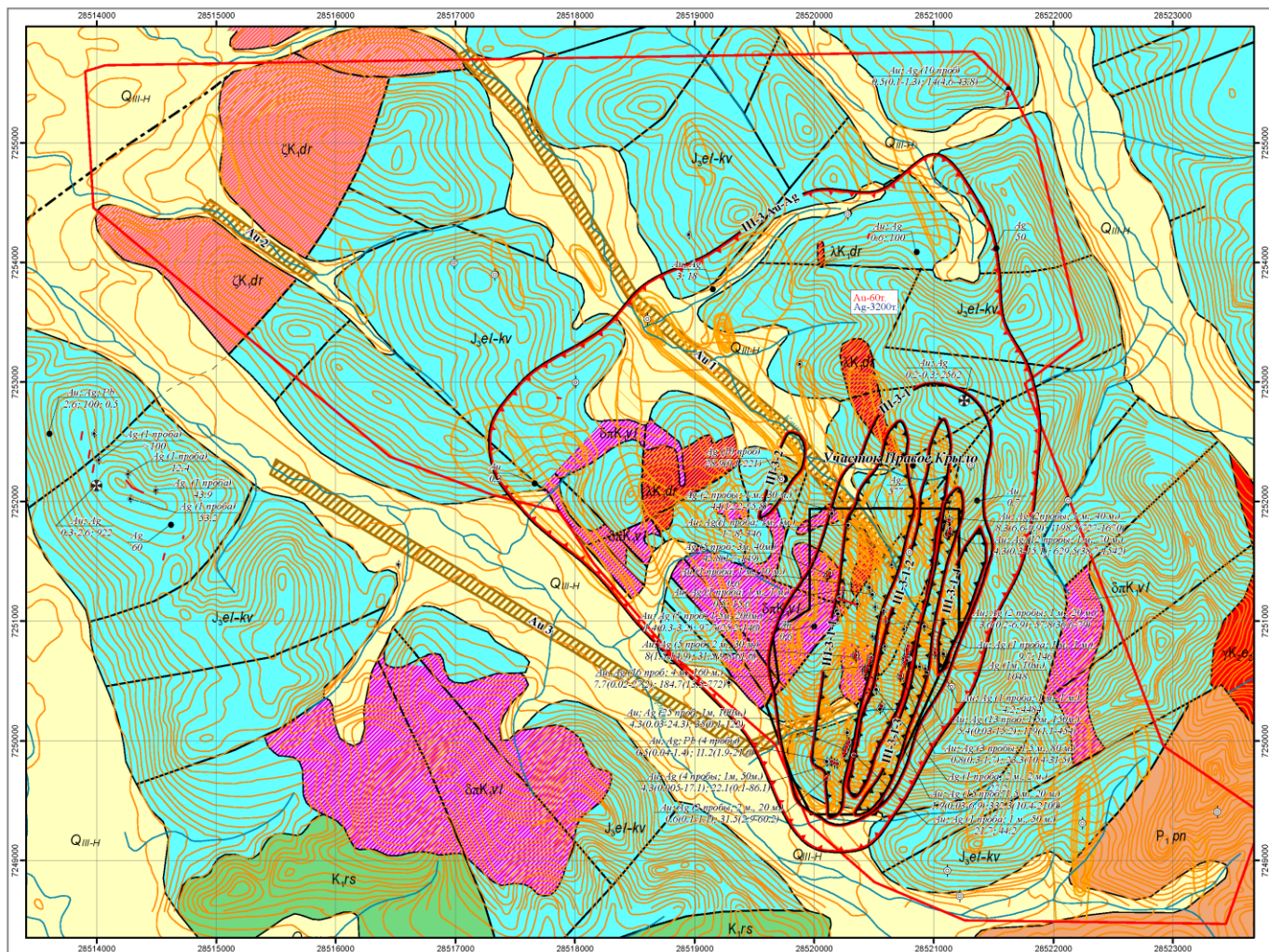
в почвенных пробах



□ Граница участка детализационных работ



# Прогнозно-геохимическая карта участка Правое Крыло



Масштаб 1:25 000

- ◆ Места отбора штуфных проб
- ◆ Штуфные пробы предшественников
- ◆(♠)  $\frac{Au: Ag (8 \text{ проб; } Sm, 40m.)}{0.9 (0.7-1.1)}$  Количества пробы, мощность, протяженность рудной зоны (м) Среднее содержание Au, Ag в г/т (min-max)
- ▨ Проявления россыпного золота: Au 1 - Клин, Au 2 - Сомнительный, Au 3 - Крыло
- ⊕ 1 Проявления (1) и пункты минерализации (2) выявленные при проведении предыдущих работ с указанием содержания золота и серебра в г/т, цинка и свинца в %

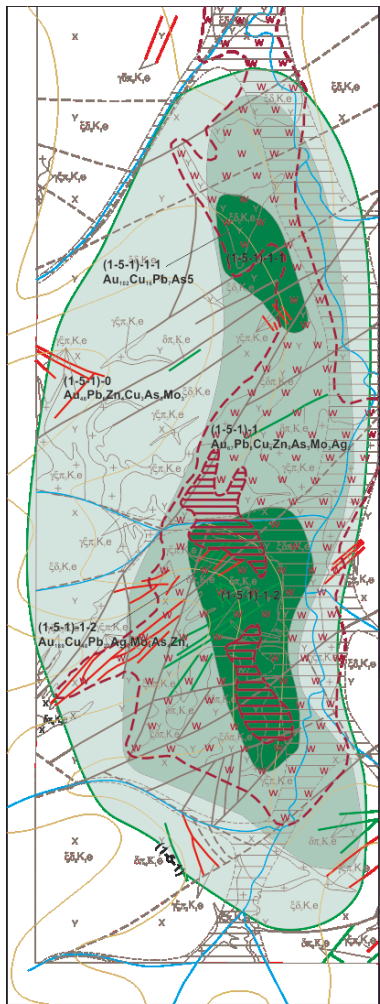
- Условные обозначения:**
- III-2 Au Ag Аномальные геохимические участки (АГХУ), их номера и состав
  - III-2-1 Аномальные геохимические промежуточные зоны (АГЗ), их номера
  - III-2-2 Ядерные части АГЗ, их номера
  - Ag-0.3k Au-1.0r Прогнозные ресурсы категории P3 в контуре АГХУ
  - Контуры участков литохимической съемки по вторичным ореолам рассеивания ООО "ГЕОХИМПОНСКИ":
    - ▭ по сети 500x100 м, 2018 г.
    - ▭ по сети 200x50 м, 2019 г.

- Содержание золота во вторичных ореолах рассеивания, г/т:
- ▨ 0.004-0.01
  - ▨ 0.01-0.03
  - ▨ 0.03-0.1
  - ▨ 0.1-0.3
  - ▨ >0.3







# Аномальное геохимическое поле месторождения Песчанка

Данные 2015 года

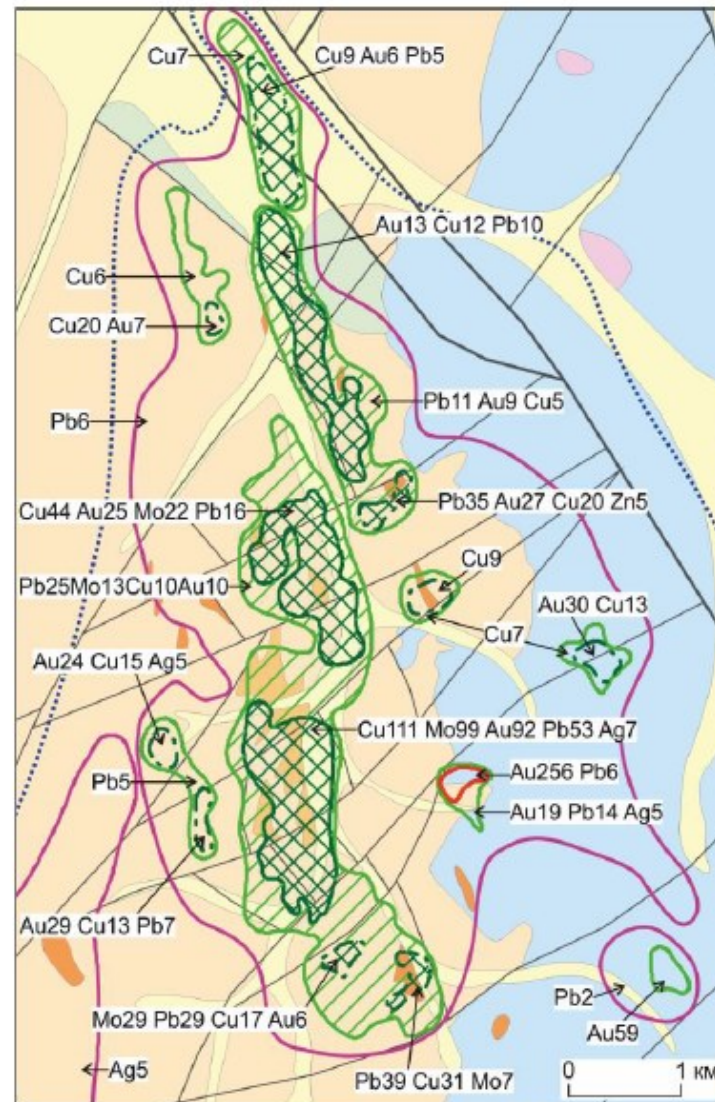
Данные 1973 года



Условные обозначения:

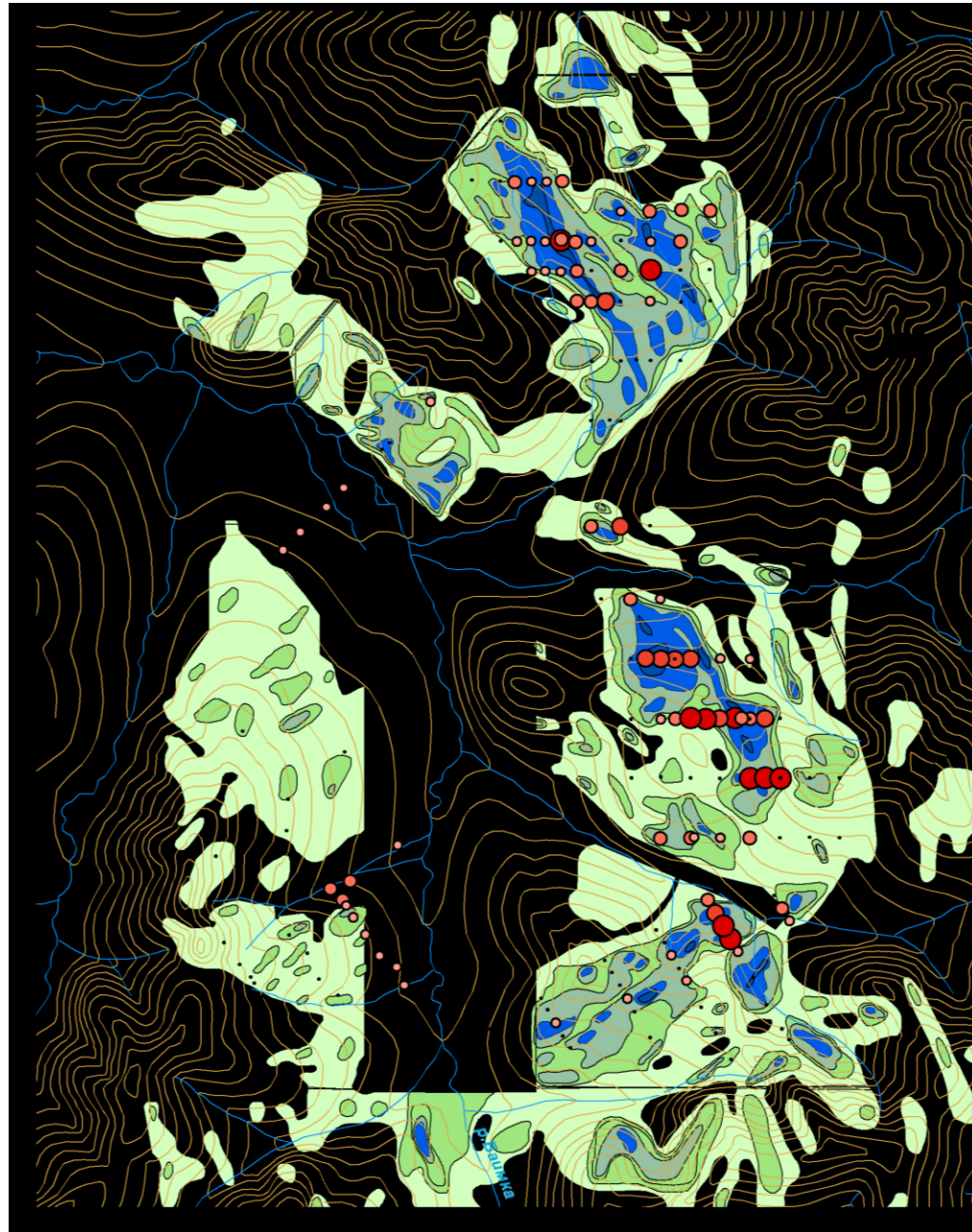
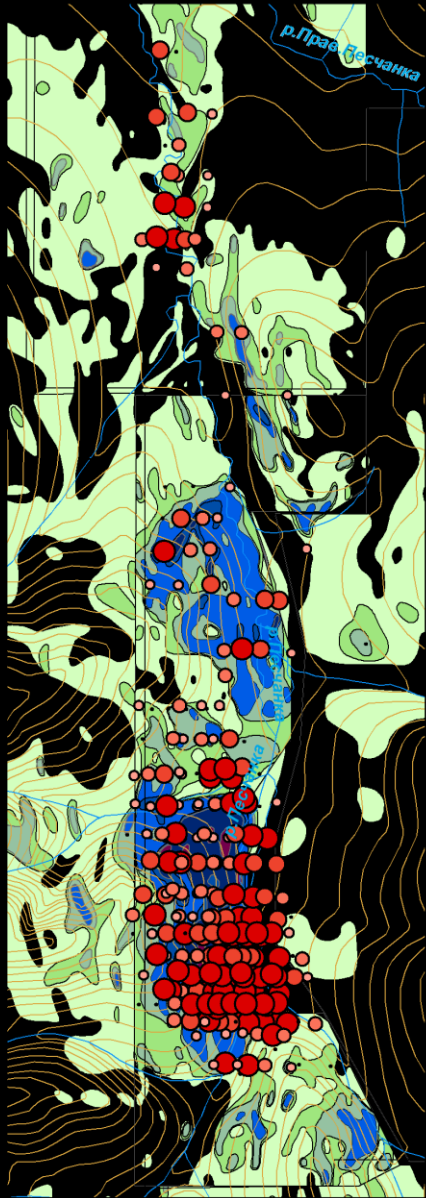
-  Аномальное геохимическое поле месторождения
- (1-5-1)-1**  
**Au, Pb, Cu, Zn, Ag** Номер и геохимическая ассоциация соответствующей части аномального геохимического поля месторождения
-  Ядра аномального геохимического поля (Cu-Mo штокверки) высокой интенсивности
-  Промежуточная часть аномального геохимического поля месторождения (кварц-серицитовые метасоматиты)
-  Периферийная часть аномального геохимического поля месторождения (пропитаны внешней зоной)
-  Кварц-серицитовые метасоматиты
-  Интенсивное окварцевание штокверкового типа "кварцевые ядра"

0 0.2 0.4 0.6 0.8 1 км



# ПЕСЧАНКА

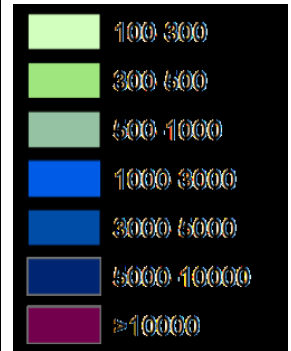
# НАХОДКИНСКОЕ РУДНОЕ ПОЛЕ



Продуктивность  
Cu в скважинах, м %



Содержание  
Cu во вторичных  
ореолах, г/т

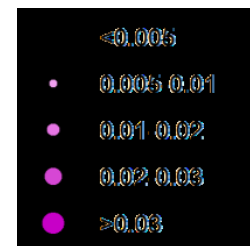


0 0.5 1 1.5 2 2.5 км

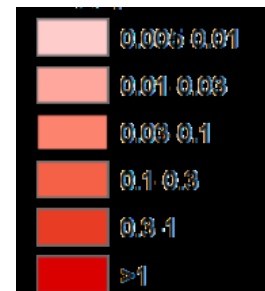
# НАХОЛКИНСКОЕ РУДНОЕ ПОЛЕ



Продуктивность  
Au в скважинах, м %



Содержание  
Au во вторичных  
ореолах, г/т




# Перераспределение элементов в зоне гипергенеза

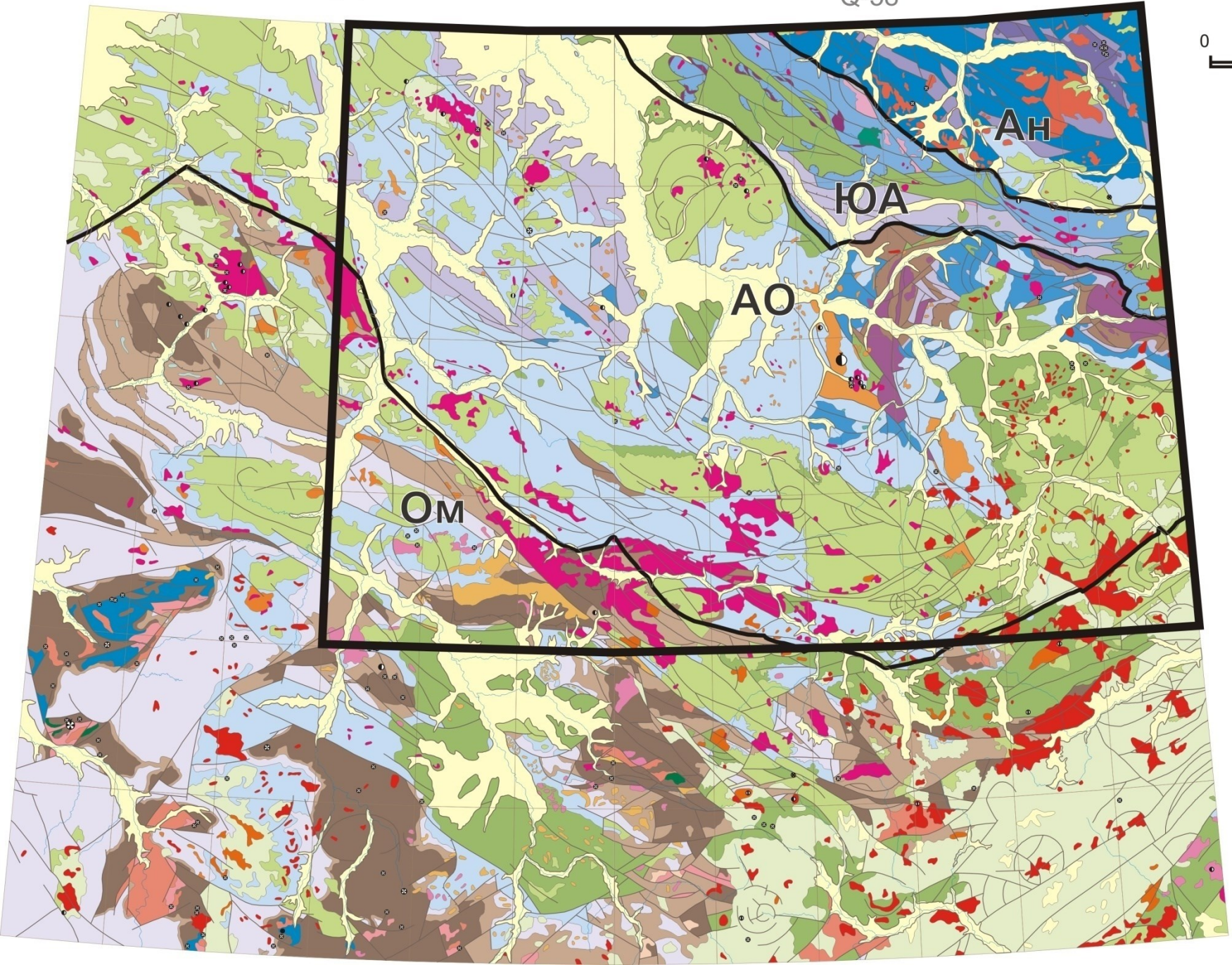
$$C_p = C_{\max} / k k_0$$

Элементарный ландшафт	Cu			Mo			Au		
	k	k <sub>0</sub>	K	k	k <sub>0</sub>	K	k	k <sub>0</sub>	K
Медно-порфировое оруденение									
Нижняя часть пологого склона	0,65	0,64	0,42	1,00	0,73	0,73	1,26	0,76	0,96
Нижняя часть склона средней крутизны (рядовые руды, лесотундровый ландшафт)	0,63	<b>1,02</b>	0,64	1,00	0,92	0,92	0,86	0,92	0,79
Нижняя часть склона средней крутизны (богатые руды, горнотундровый ландшафт)	0,81	0,73	0,59	1,22	0,77	0,94	0,94	0,84	0,79
Средняя часть склона средней крутизны	0,63	0,65	0,41	1,10	<b>1,07</b>	<b>1,18</b>	1,06	0,71	0,75
Осыпные участки крутых склонов	1,06	0,54	0,57	1,03	0,93	0,96	1,14	0,47	0,54

Q-57

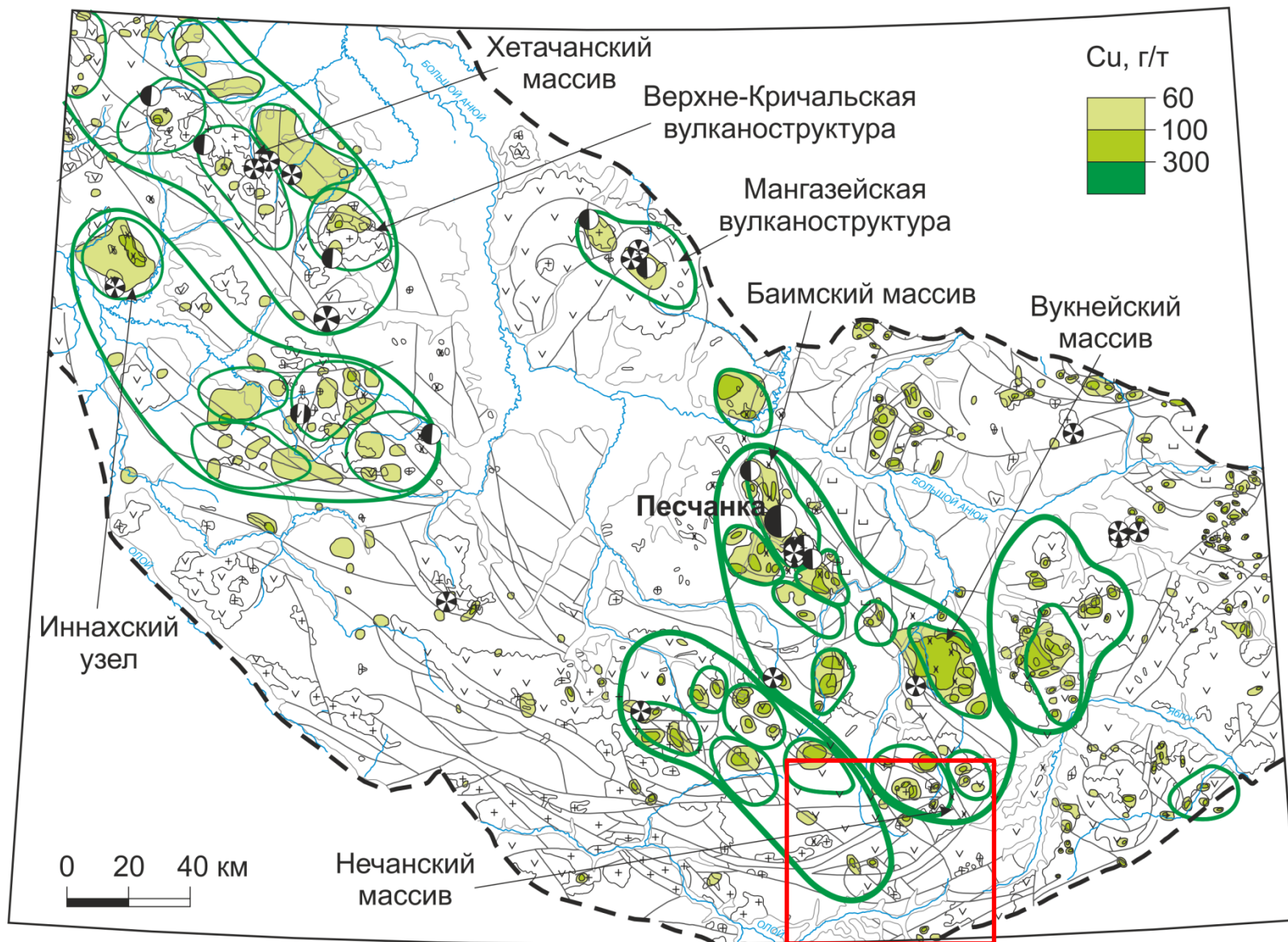
Q-58

0 20 40 KM  




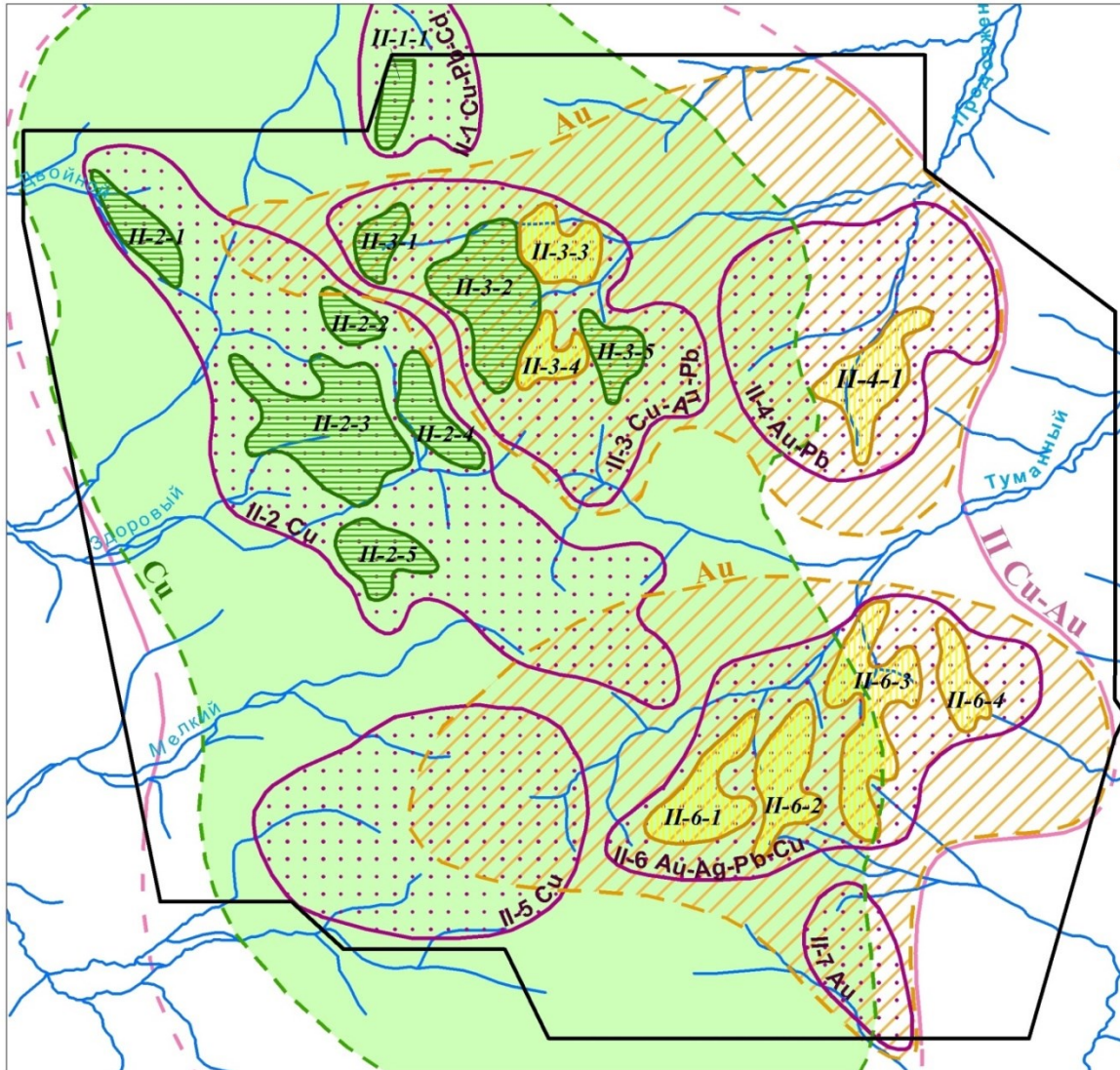



# Олойский золото-медный пояс





- |                                  |        |             |          |
|----------------------------------|--------|-------------|----------|
| АГХП Сu-Мо±Аu-порфировых районов | Au, Ag | К вулканиты | К v-μδ-ξ |
| АГХП Сu-Мо±Аu ПЭС                | Сu     | К v-γδ-γ    | PZ v-σ   |
| Верхне-Олойская площадь          | Hg     |             |          |


# Структура АГХП Вукнейской ПЭС



 II Cu-Au  
 Контур комплексного аномального геохимического поля

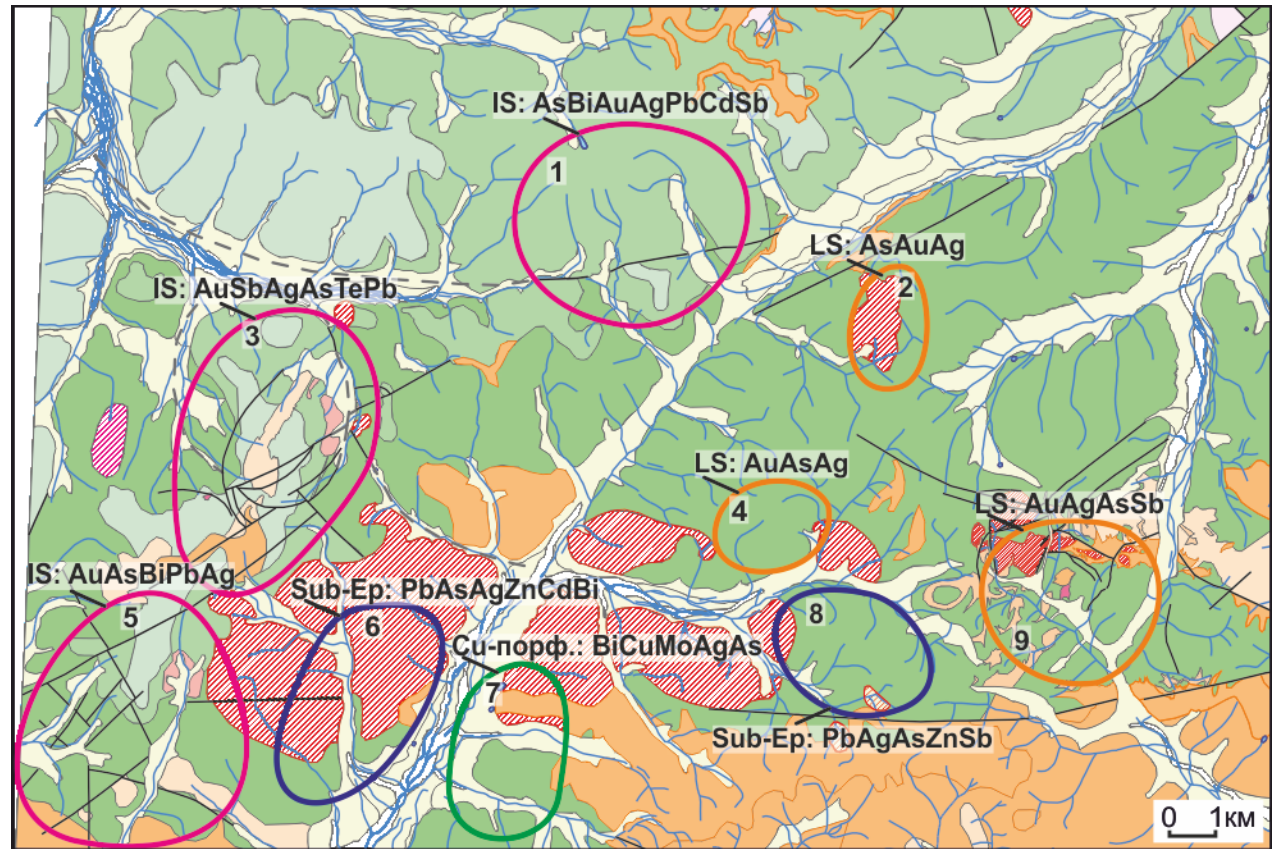
 Cu  
 Аномальное геохимическое поле меди

 Au  
 Аномальные геохимические поля золота

 II-3 Cu-Au-Pb  
 Аномальные геохимические зоны, их номера и специализация

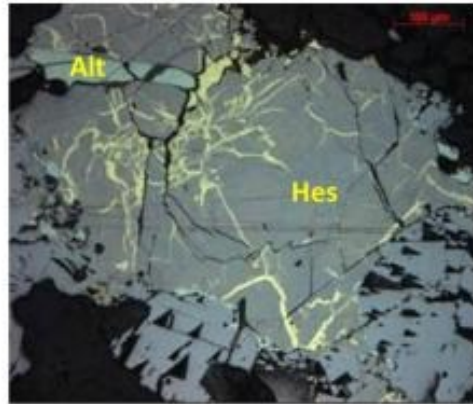
Ядерные части аномальных геохимических зон и их номера: а - перспективные преимущественно на медно-порфировый тип оруденения;

б - перспективные преимущественно на золото-серебряный тип оруденения



АГХП Водораздельной площади (1 – четвертичные отложения; 2 – Илirianский комплекс субщелочных гранитов; 3-4 – Тытыльвеемский вулканический комплекс: 3 – субвулканические риолиты, 4 – Тытыльвеемская свита (андезиты, дациты и их туфы); 5-8 – типы АГХП: 5 – Cu-порфировые, 6 – субэпитеpмальные полиметалльные, 7 – Au-Ag эпитеpмальные типа IS, 8 – Au-Ag эпитеpмальные типа LS) (Николаев, 2013)

# Водораздельная площадь (Западная Чукотка)



выделения самородного золота в алтаит-гесситовом агрегате



Золото-серебряное проявление Сентябрьское

## Критерии выявления золото-серебряного оруденения:

Высокоинтенсивные аномалии Au, серебра и их спутников (IS тип)

Слабо- и среднеинтенсивные аномалии Au и Ag (LS тип)

## Критерии типизации золото-серебряного оруденения:

А) IS тип (Au-Ag проявление Сентябрьское):

- геохимическая ассоциация во вторичных ореолах:

$AuAgPbCuZnHgCdAsSbBi$

- геохимическая ассоциация в рудах:

$AuTeAgHgPbSeCuCdZnBi$

- минеральная ассоциация: Au (прб. 832-853), Hs, Pz, At +(ранние) Py, Apy, Gn, Sp

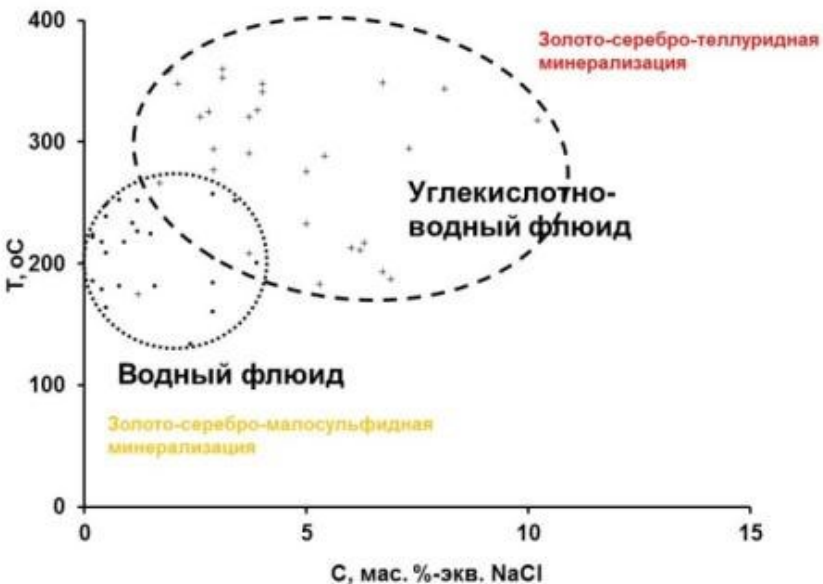
Б) LS тип (Au-Ag-сульфосольный, месторождение Двойное):

геохимическая ассоциация во вторичных ореолах:  $AuAgAs$

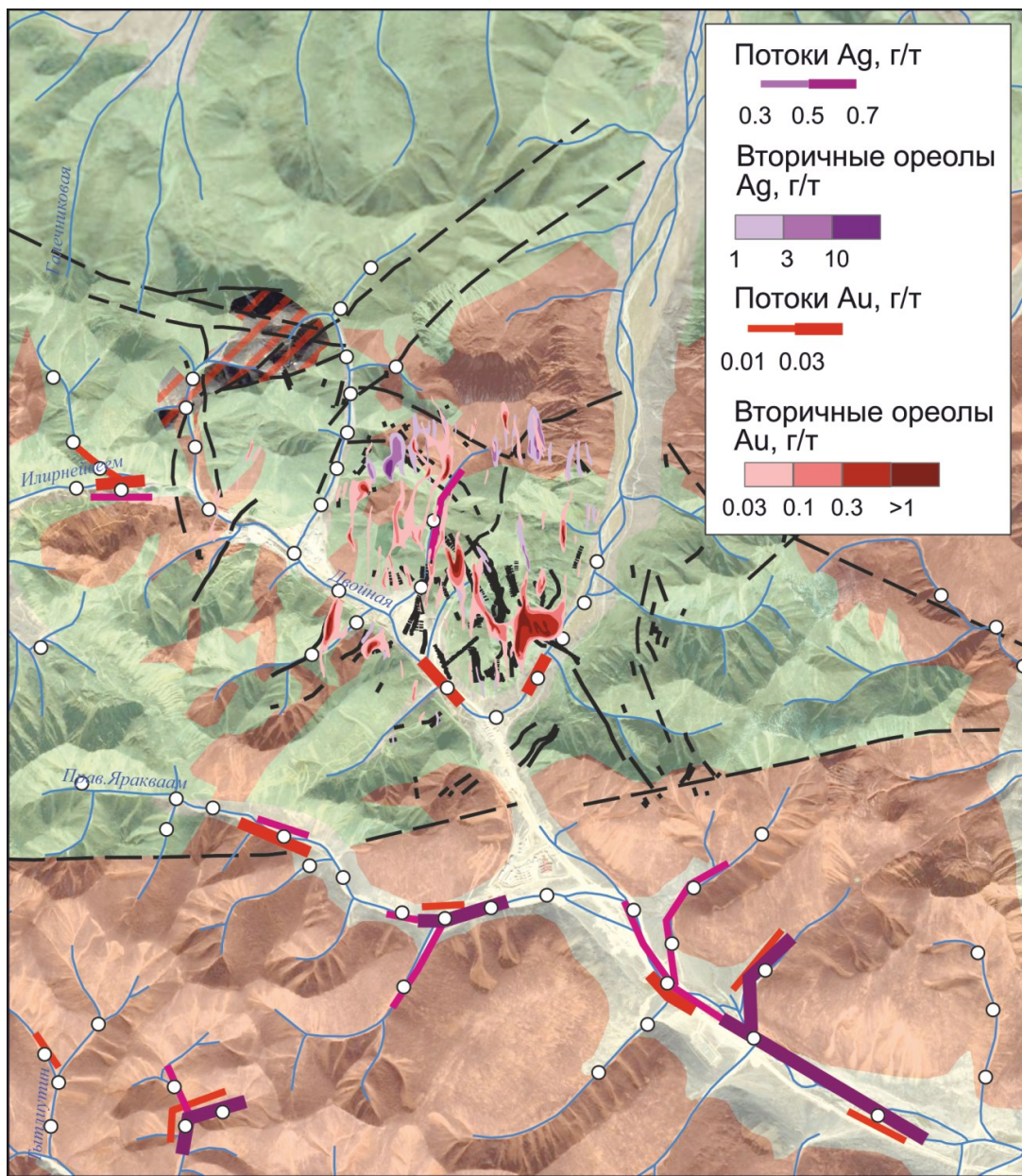
геохимическая ассоциация в рудах:  $AuAgAsSb(Se)$

минеральная ассоциация: Au (прб. 703-710), сульфосоли Ag, Py, Apy

Минералого-геохимические особенности руд и состав флюидных включений, связь с щелочным интрузивным комплексом, свидетельствуют о пространственной приуроченности оруденения IS типа (Au-Te) к центральной части порфирово-эпитермальной системы, имеющей неглубокий эрозионный срез и высокие перспективы на глубине, а оруденения LS типа (Au-Ag) – к ее периферической части



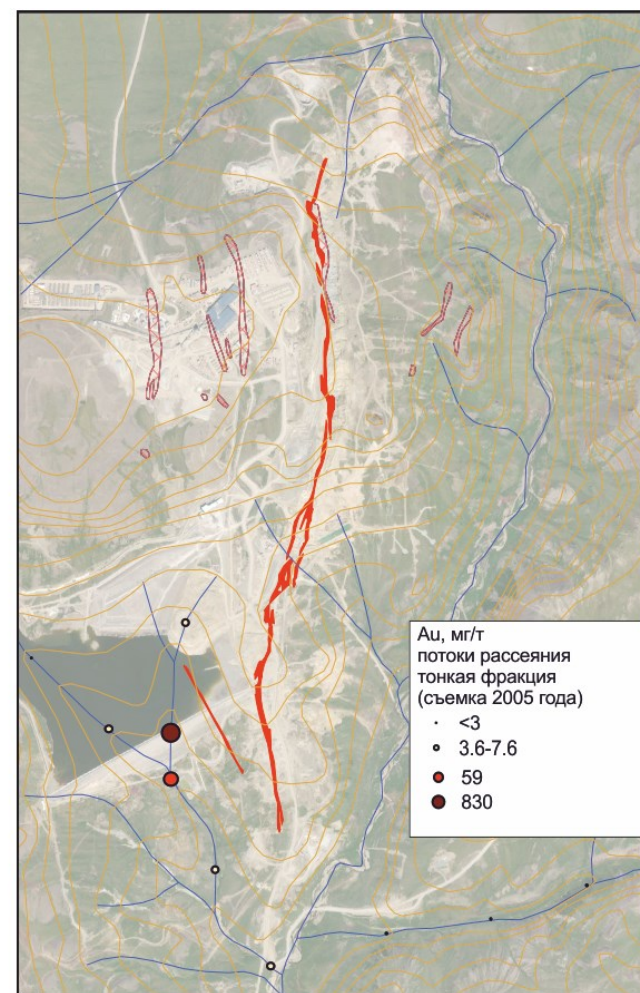
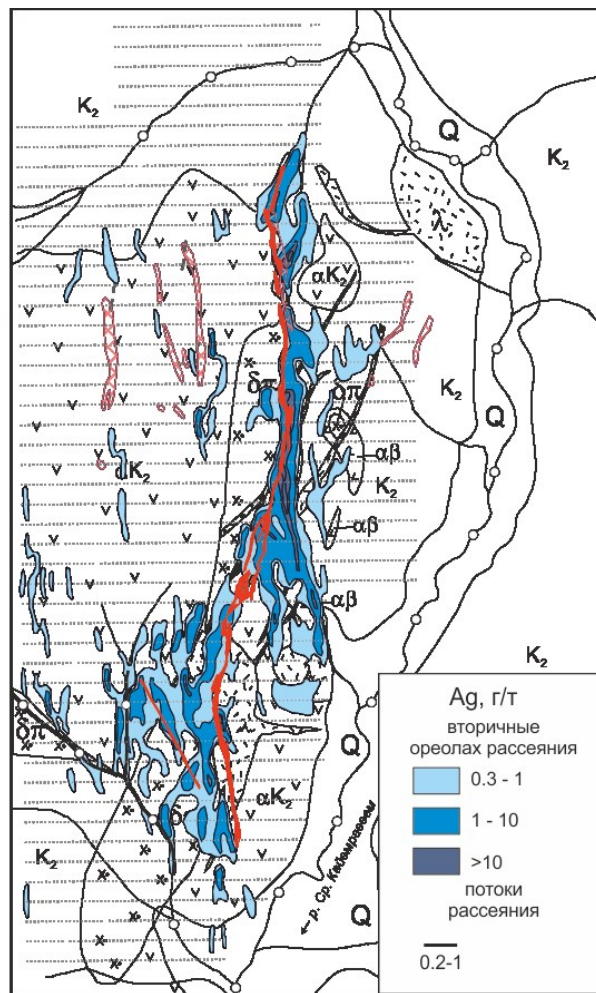
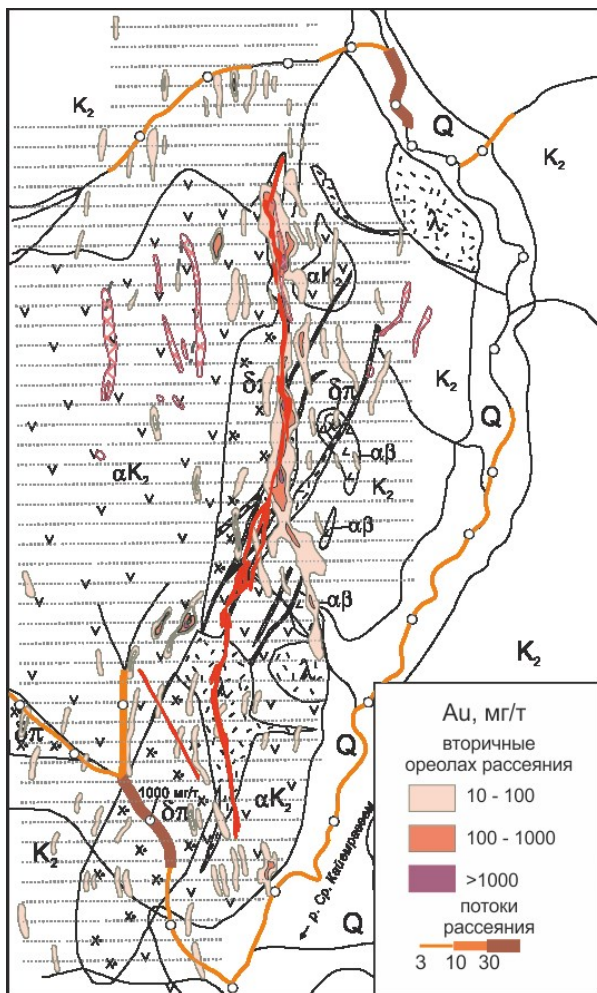
# Эталонное золото-серебряное месторождение Двойное



Альпинотипный рельеф,  
осложняющий фактор-  
ледниковые отложения, цирки



# Эталонное золото-серебряное месторождение Купол



0 500 1000 1500 м

1. Q 2. K<sub>2</sub> 3. αK<sub>2</sub> 4. δπ 5. \* δπ 6. αβ 7. — 8. — 9. —

# Верхне-Яблонская зона, месторождение Купол

Районирование территории северной части Верхне-Яблонской металлогенической зоны



Средние содержания золота и значения геохимических показателей в скважинах в проекции на вертикальную плоскость на месторождении Купол.

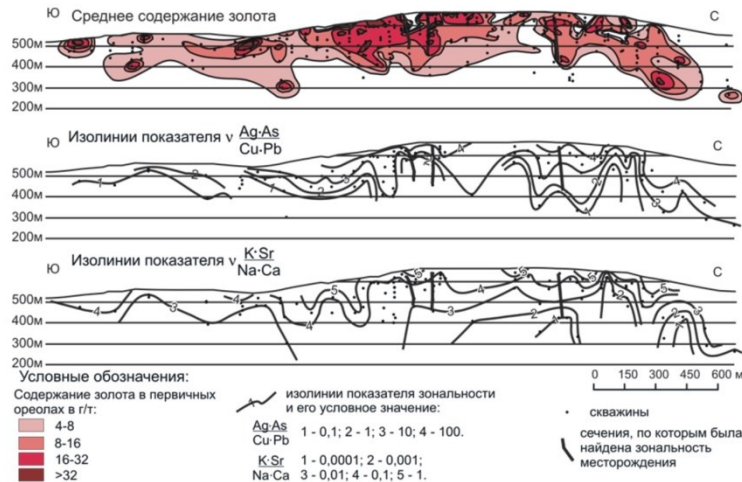
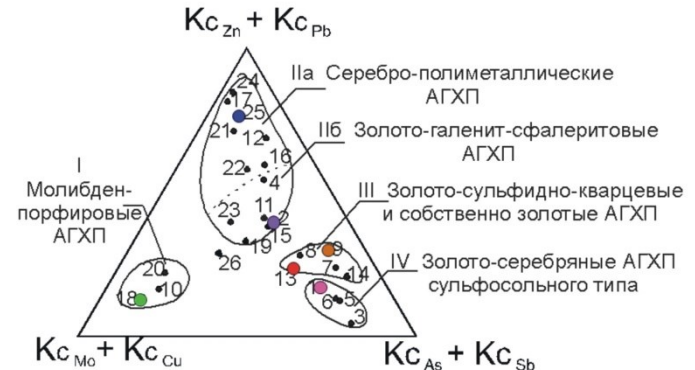
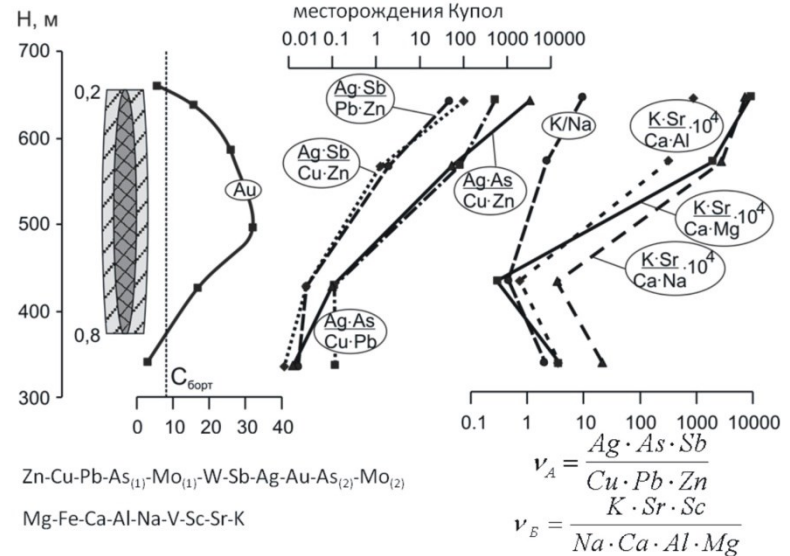


Диаграмма состава АГХП



1. Купол, 2. Токай, 3. Прикуп, 4. Августейший, 5. Морошка, 6. Кривой, 7. Дублон, 8. Китеп, 9. Малышка, 10. Серый, 11. Ледянка север, 12. Ледянка юг, 13. Пеледон, 14. Олений север, 15. Олений юг, 16. Перевальный, 17. Звериный, 18. Снежный, 19. Тройной, 20. Пестрый, 21. Нырковский, 22. Анютваам, 23. Давужильный, 24. Крылатая, 25. Горностаевый, 26. Пинкуон

Формализованная модель вертикальной геохимической зональности месторождения Купол



# перспективы Купола по материалам Kinross



## Kupol

Refer to "Explanatory Notes" available on page 4 and Appendix B for detailed drill results, available at: [https://www.kinross.com/files/doc\\_news/2019/02/Appendix-B\\_Q4-YE-2018-Exploration-Drill-Results\\_February-13.xlsx](https://www.kinross.com/files/doc_news/2019/02/Appendix-B_Q4-YE-2018-Exploration-Drill-Results_February-13.xlsx)

Figure 1. Plan map of Kupol depicting the main Kupol orebody (red), the Kupol mine infrastructure (black), the Premola fault and other major structures (brown) and the Kupol and Moroshka mining licences, which lie within the Kupol West licence. Depicted in blue East Wedge, a new interpretation of the Kupol far hanging wall. Outlined in magenta are planned drill holes for 2019.

### APPENDIX A

Kinross Gold C  
25 York Street  
Toronto, ON Canad

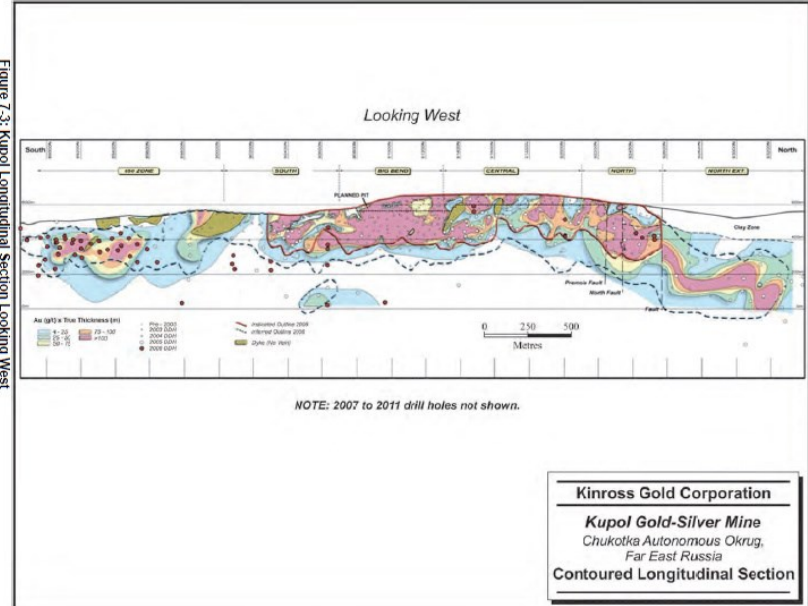
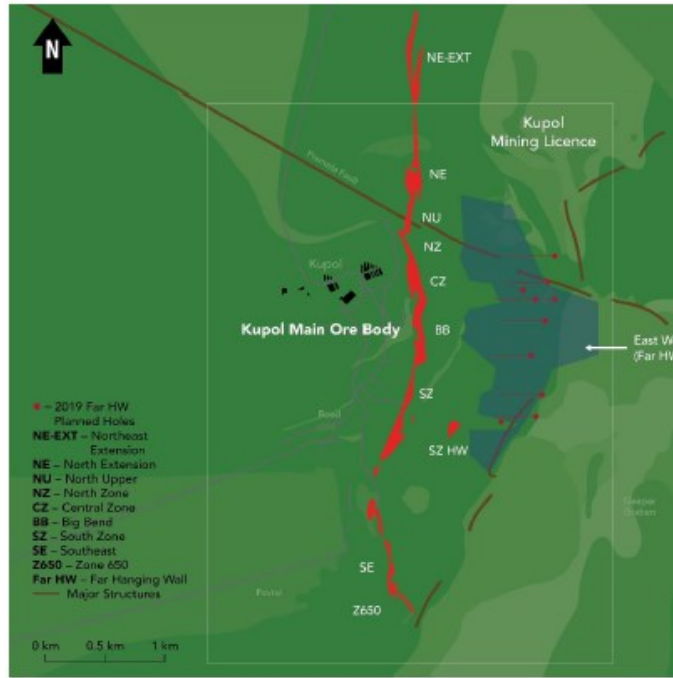


Figure 7-3: Kupol Longitudinal Section Looking West



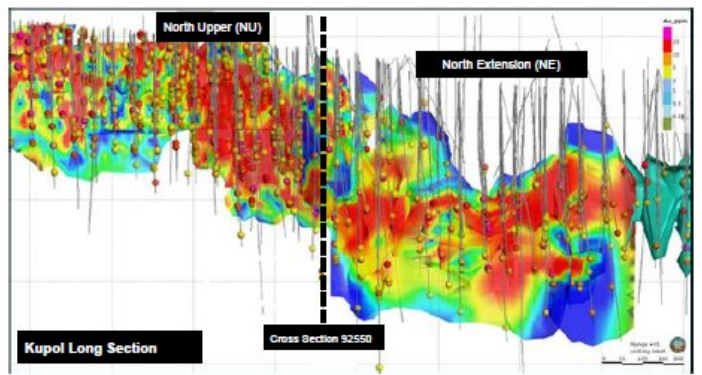
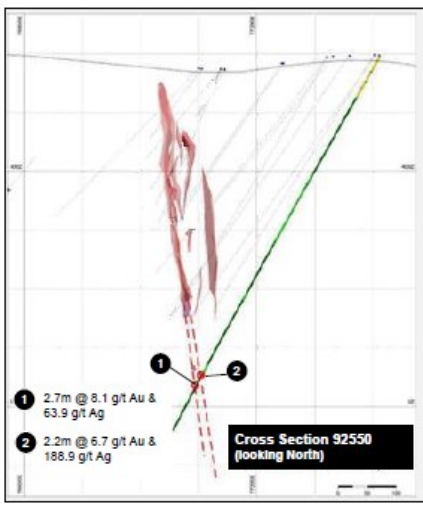
Kupol West Licence

TSR: K NYSE: HGC

## Kupol

Figure 2. Kupol Long Section

interpreted and mineralized wireframes identified a potential down plunge extension, where the Premola fault separates the northern end of the North Upper domain from the south end of the North Extension domain. Drilling in the area between the North Upper and North Extension portions of the Kupol Main Trend intersected two vein zones. The Company will continue to focus on infill and depth extension in 2019. See Appendix B for detailed drill results, available at: [https://www.kinross.com/files/doc\\_news/2019/02/Appendix-B\\_Q4-YE-2018-Exploration-Drill-Results\\_February-13.xlsx](https://www.kinross.com/files/doc_news/2019/02/Appendix-B_Q4-YE-2018-Exploration-Drill-Results_February-13.xlsx)





## Выводы и рекомендации

- 1) Использовать качественную аналитику на всех этапах проведения поисковых работ. Особенно это касается глубоких горизонтов.
- 2) Проводить детализационно-заверочные работы, бурение в рудном поле под слабые минерализованные зоны
- 3) Составлять эталонные базы данных и делиться ими, не ограничивая грифами
- 4) Применение комплекса методов позволяет получить более понятную картину (геохимия, минералогия, дистанционные методы, геофизика, тектонические реконструкции)