

# Лекция 12

## Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых.

Геохимические поиски – один из наиболее эффективных и широко применяемых методов выявления и количественной оценки рудных месторождений.

Метод базируется на четырех фундаментальных положениях геохимии и теории геохимического поля и его локальных аномалий.

Разработан и впервые применен в СССР в 30-е годы прошлого столетия .

# Вторичные литохимические ореолы рассеяния рудных месторождений

# Стадии выветривания горных пород по Б.Б. Полюнову

Климатические условия	Фазы развития коры выветривания изверженных пород			
	Обломочная	Обызвесткованная (сиаллитная и обломочная)	Кислая сиаллитная (ненасыщенная)	Аллитная
Сухой климат степей и пустынь (испарение превышает осадки, промывание коры выветривания слабое)				
Влажный климат умеренного пояса (осадки превышают испарение, промывание коры выветривания сильное)				
Влажный климат тропиков, субтропиков и экваториальных стран (осадки превышают испарение, промывание коры выветривания сильное)				

# Время выветривания (Т)

$$T = (h - Z) / \Delta h$$

$$T_0 = T_{\max} = h / \Delta$$

$h$  – мощность рыхлых образований (м)

$\Delta h$  – ежегодный слой денудации  
(мм/год)

$\Delta h$  – ежегодный слой денудации:

В районах с замедленной денудацией (платформы) – 0,0n  
мм/год;

В районах с средней денудацией (горные районы) - 0, n  
мм/год

В районах с быстрой денудацией (области современного  
вулканизма - n мм/год

# Генетические типы рыхлых образований

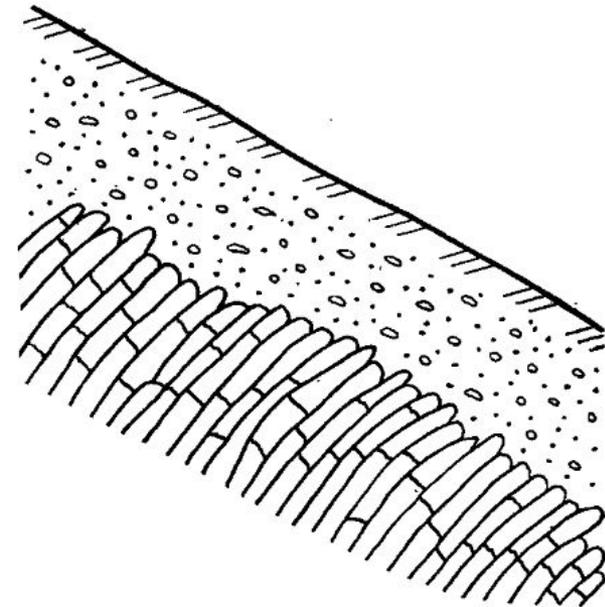
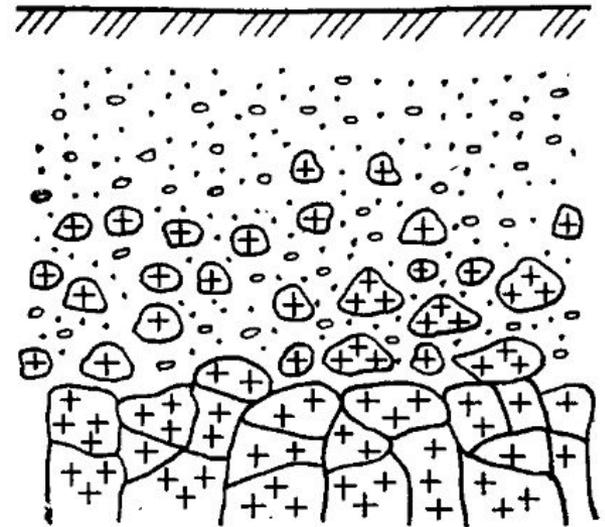
- Развивающиеся на месте за счет подстилающих горных пород
- Перемещенные и перекрывающие коренные породы

- Элювий
- Делювий
- Элювио-делювий

- Солифлюкционные образования

- Пролювий
- Аллювий
- Ледниковые отложения

- Эоловые отложения
- Озерные отложения
- Морские отложения
- Вулканогенные отложения



# Подвижность химических элементов в водах биосферы (по А.И. Перельману)

Активные водные мигранты		Слабоподвижные и инертные	Элементы с контрастной миграционной способностью	
$K_x=10-100$	$K_x=1-10$	$K_x=0,1-0,01$	Подвижные в окислительной среде	Подвижные в восстановительной среде
Cl, S, Br, B, J	F, Sr	Ba, Rb, Li, P, Sn, Sb, As, Al, Ti, Zr, Cr, TR, Nb, Ta, W, Bi, Au, Pt, Th	Подвижные только в кислых водах: Zn, Cu, Ni, Pb, Cd, Hg, Ag; Подвижные как в кислых, так и в щелочных водах: V, U, Mo, Se	Fe, Mn, Co

$K_x = m_x \cdot 100 / a \cdot C_x$  - коэффициент водной миграции

Участки земной коры, в которых на коротком расстоянии происходит резкое уменьшение интенсивности миграции элементов и,

как следствие, их концентрация, именуется **геохимическими барьерами**

**Механические (гравитационные)**

**барьеры**

**Физико-химические**

**барьеры**

**A**

Окислительный

Восстановительные

барьеры

**B**

Сульфидный

**C**

(сероводородный)

Восстановительный

**D**

Щелочной

алеевый

**E**

Кислы

**F**

Испарительный

**G**

Адсорбционные

**H**

Термодинамически

барьеры

**Биогеохимические**

**барьеры**

# Классификация вторичных ореолов рассеяния

## По фазовому состоянию

### •Механические

Физическая дезинтеграция рудного тела → первичные и вторичные минералы и рудные обломки приобретают подвижность. Горизонты развития — элювио-делювиальные образования, остаточные коры выветривания.

### •Солевые

Минеральные компоненты в форме водорастворимых соединения → движение, диффузия, капиллярный подъем и испарение минерализованных вод. Развиваются в элювио-делювии, перекрывающих дальнеприносных отложениях, растительности.

### •Газовые

Газовые компоненты месторождений → диффузия, эффузия; на поверхности частиц рыхлых отложений происходит их адсорбция и окклюзия. Характерно для месторождений Hg, радиоактивных руд (Rn).

# Классификация вторичных ореолов рассеяния

## По генезису

### •Остаточные

Образованы за счет интервалов рудного тела или его первичного ореола, существовавших в профиле коренных пород до выветривания.

Особенность — пропорциональность продуктивности вторичного ореола (линейной  $M$  и площадной  $P$ ) тому же параметру исходного коренного оруденения ( $M_p, P_p$ ):  $M = k \cdot M_p, P = k \cdot P_p$ , где  $k$  — коэффициент остаточной продуктивности, зависящий от местных ландшафтно-геохимических условий и свойств рудного элемента.

### •Наложенные

Первичная рудная минерализация в профиле вторичного ореола до начала выветривания отсутствовала.

## По доступности для обнаружения (технический аспект!)

•Открытые — проявлены на дневной поверхности

•Закрытые — обнаруживаются на глубине

## Открытые

### Наложенные

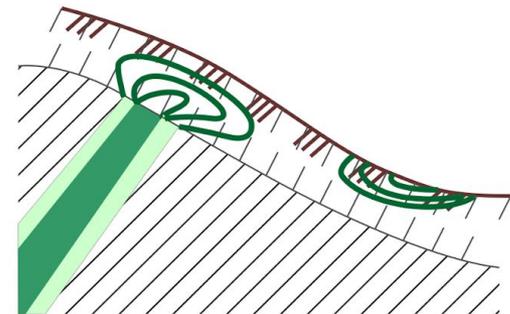
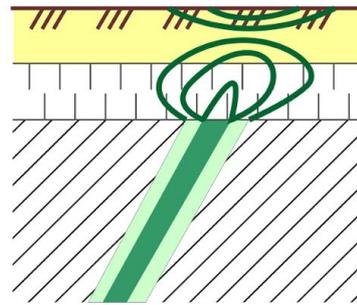
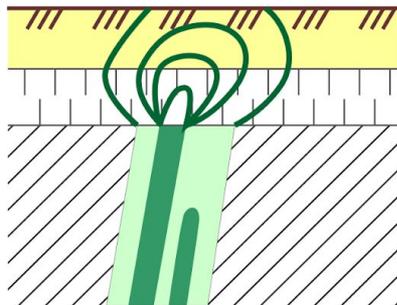
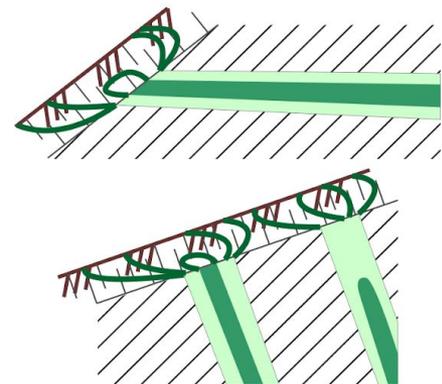
#### Аккумулятивные

I. Остаточный элювио-делювиальный

II. Диффузионный

III. Надрудный

IV. Оторванный



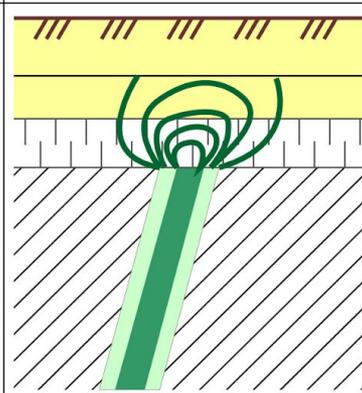
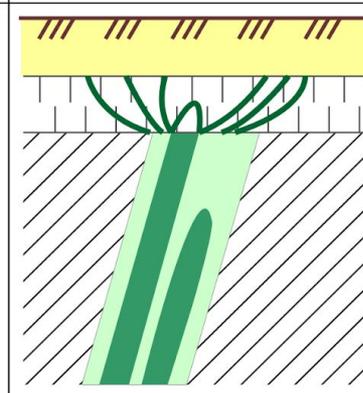
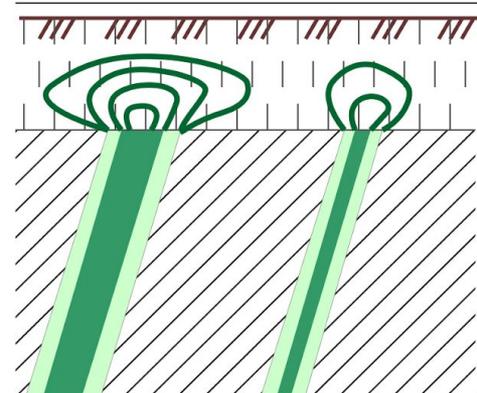
## Закрытые

Остаточные элювио-делювиальные

V. Выщелоченный и предельно разубоженный

VI. Погребенный

VII. Наложенный погребенный



### Условные обозначения

-  почвенно-растительный слой
-  дальнеприносные отложения
-  современный элювио-делювий/ древняя кора выветривания
-  рудовмещающие породы
-  рудные тела и их первичные ореолы
-  вторичные ореолы рассеяния

# Механический ореол рассеяния

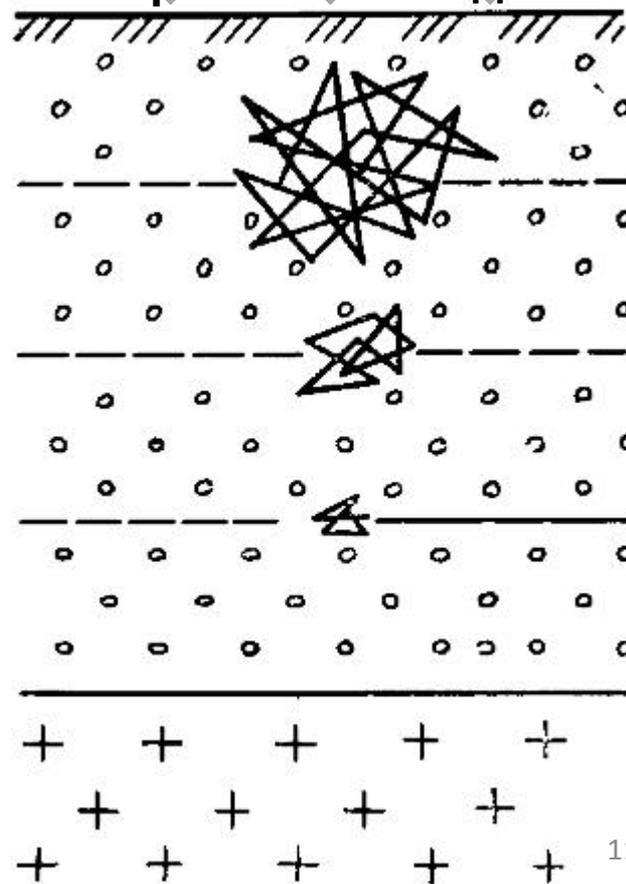
В образовании вторичных остаточных ореолов рассеяния решающая роль принадлежит твердой фазе.

Дезинтеграция рудного тела → частицы приобретают подвижность:

- 1) Под действием  $\bar{g}$  перемещается вся масса частиц. Результат: смещение и деформация ореола.
- 2) Отдельные частицы удаляются с поверхности рыхлой толщи и переотлагаются. Результат: вторичный ореол постоянно обновляется; при избирательном удалении частиц — обедняется/обогащается; формируется литохимический поток рассеяния.
- 3) Частицы взаимно перемещаются внутри толщи. Результат: образование механического ореола рассеяния.

$\sigma$  — коэффициент механического рассеяния;  
 $dC_x/dx$  — геохимическая подвижность элемента в

**Агенты физического выветривания:  $\Delta T$ , вода/лёд, кристаллизация солей, дождь, ветер, корни растений, землероющие организмы и т.д.**



# Уравнение рассеяния для «тонкого» рудного тела

1) Пусть  $C_p = \text{const}$ ,  $C_\phi = \text{const}$ ,  
т.е. в момент времени  $T=0$   $dC/dy=0$  и  $dC/dz=0$ .

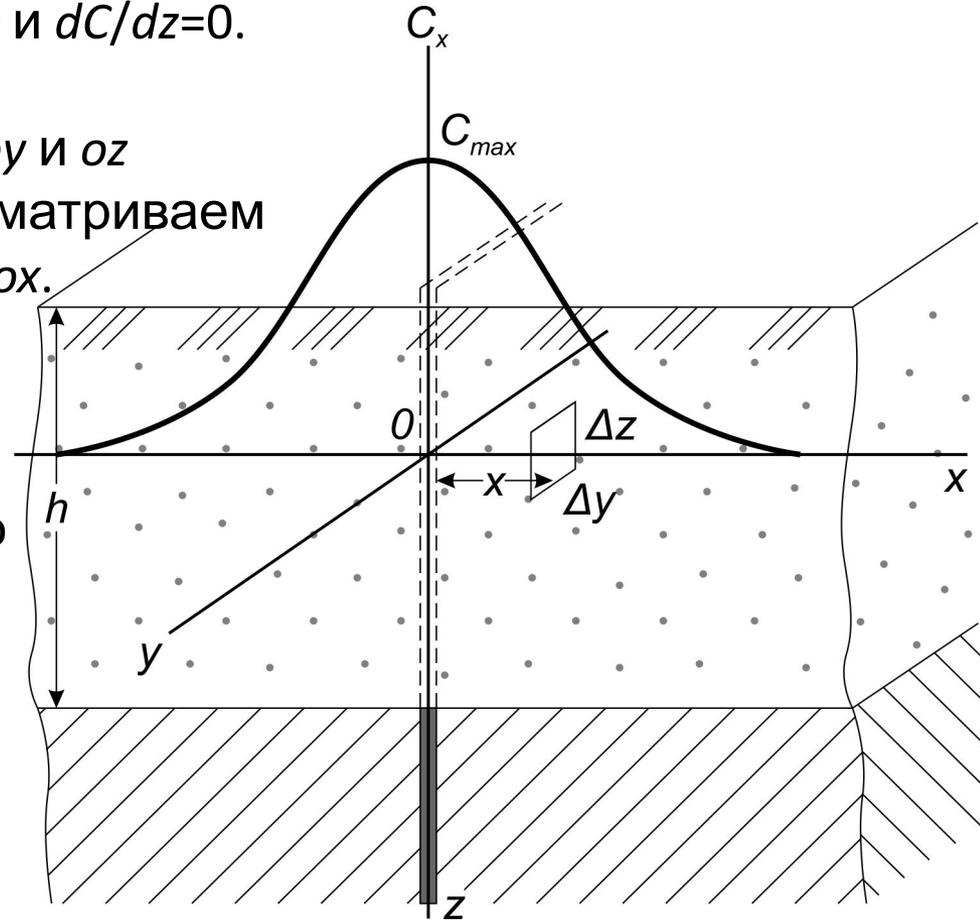
2) Пусть движения частиц вдоль  $oy$  и  $oz$   
взаимно уравновешены, т.е. рассматриваем  
только боковое рассеяние вдоль  $ox$ .

Аналогичная задача в физике —  
распределение температуры от  
источника тепла, расположенного  
вдоль плоскости  $yoz$ .

Строгое решение задачи —  
решение уравнения Фурье:

$$\frac{\partial C_x}{\partial T} - D \cdot \frac{\partial^2 C_x}{\partial x^2} = 0,$$

где  $D$  — коэффициент диффузии.



# Уравнение рассеяния для «тонкого» рудного тела

Упрощенный вывод уравнения.

Какое количество рудного вещества  $dM$  переместится за время  $\Delta T$  через площадку  $\Delta y \Delta z$  в точке  $x$  при градиенте концентрации  $dC_x/dx$  в среде с вязкостью  $\mu$ ?

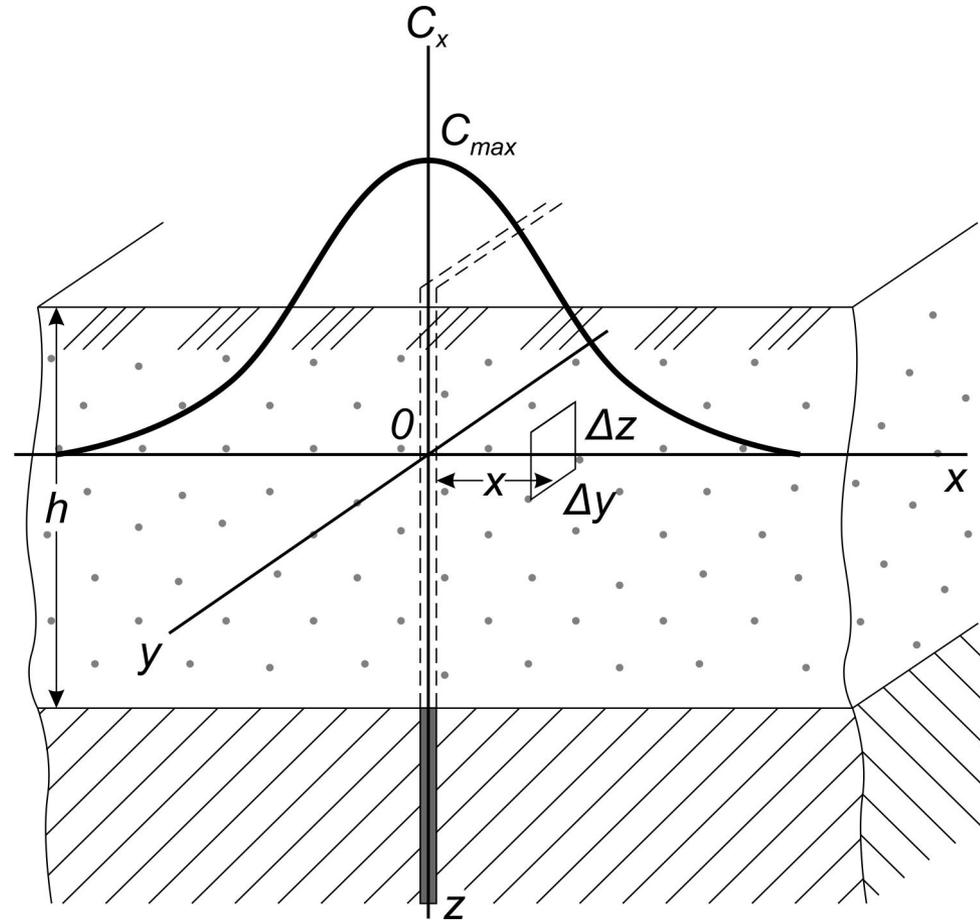
$$dM = -\varepsilon_1 \cdot \frac{1}{\mu} \cdot \frac{dC_x}{dx} \cdot \Delta y \cdot \Delta z \cdot \Delta T,$$

где  $\varepsilon_1$  — коэффициент пропорциональности.

В то же время, в точке  $x$  окажется  $C_x$  частиц, обладающих

ско

$$dM = \varepsilon_2 \cdot C_x \cdot \frac{\bar{x}}{T} \cdot \Delta y \cdot \Delta z \cdot \Delta T.$$



# Уравнение рассеяния для «тонкого» рудного тела

1) Приравняв выражения и сократив множители:

$$C_x \cdot \frac{x}{T} = -\varepsilon \cdot \frac{1}{\mu} \frac{dC_x}{dx},$$

где  $\varepsilon = \varepsilon_1 / \varepsilon_2$ .

2) Разделив переменные и проинтегрировав:

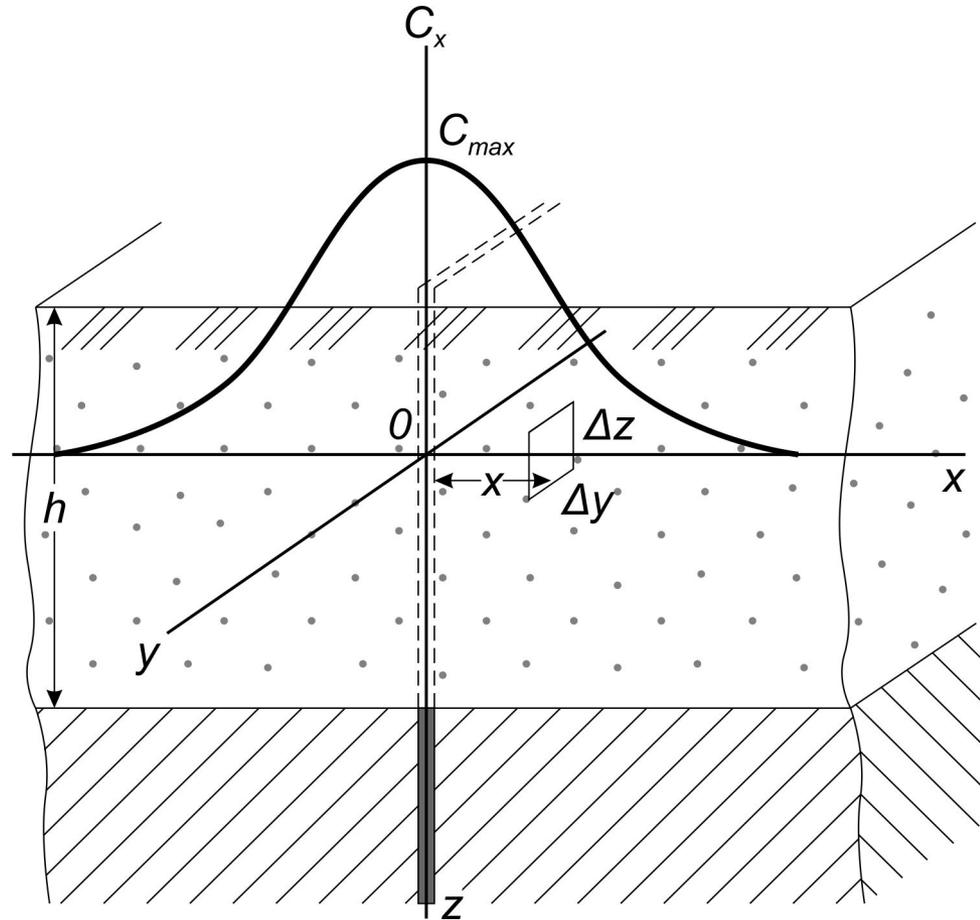
$$\ln C_x = -\frac{\mu}{2 \cdot \varepsilon \cdot T} \cdot x^2 + \ln C,$$

где  $\ln C$  — постоянная интегрирования.

3) Введя замену  $\sigma^2 = \varepsilon T / \mu$  и избавившись от логарифмов:

$$C_x = C \cdot e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}.$$

Постоянная интегрирования определяется в точке  $x=0$  как  $C=C$



# Уравнение рассеяния для «тонкого» рудного тела

Суммарное количество вещества в ореоле рассеяния:

$$M = \int_{-\infty}^{+\infty} C_x dx = C_{max} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} dx$$

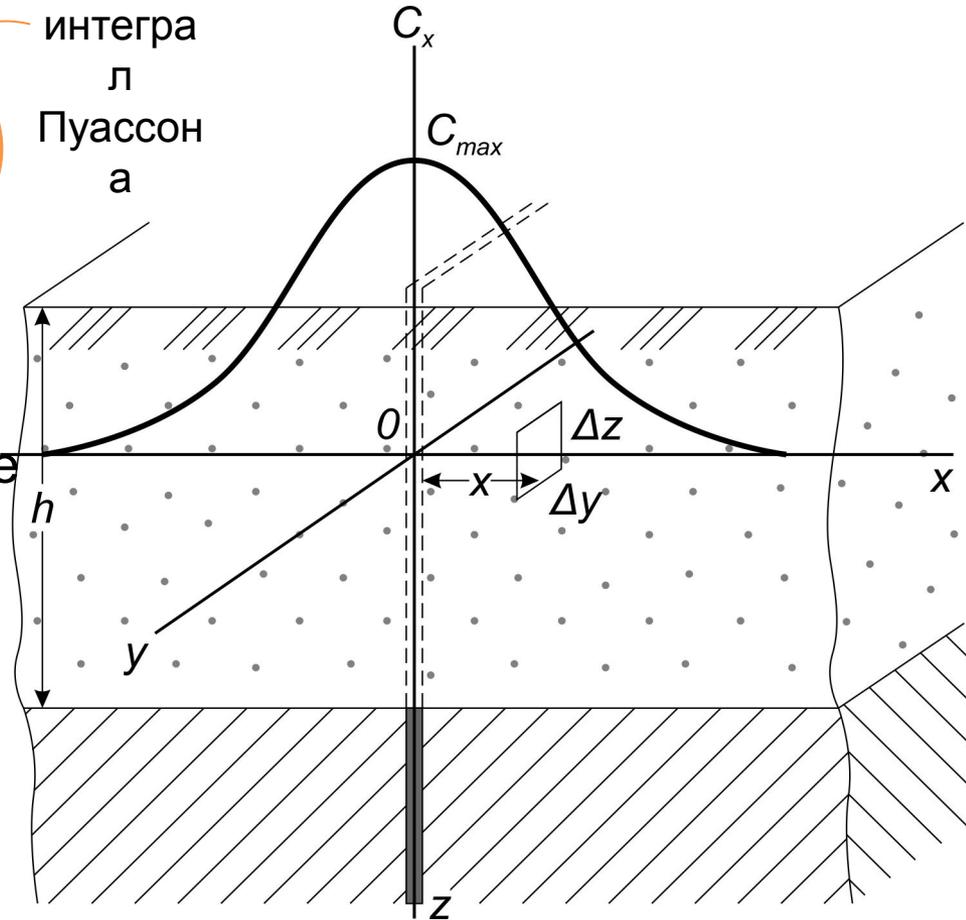
интеграл  
Пуассона

$$M = C_{max} \sigma \sqrt{2\pi} \rightarrow C_{max} = \frac{M}{\sigma \sqrt{2\pi}}$$

Подставляя последнее выражение и учитывая местный фон, окончательно получаем:

$$C_x = \frac{M}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} + C_{\phi}$$

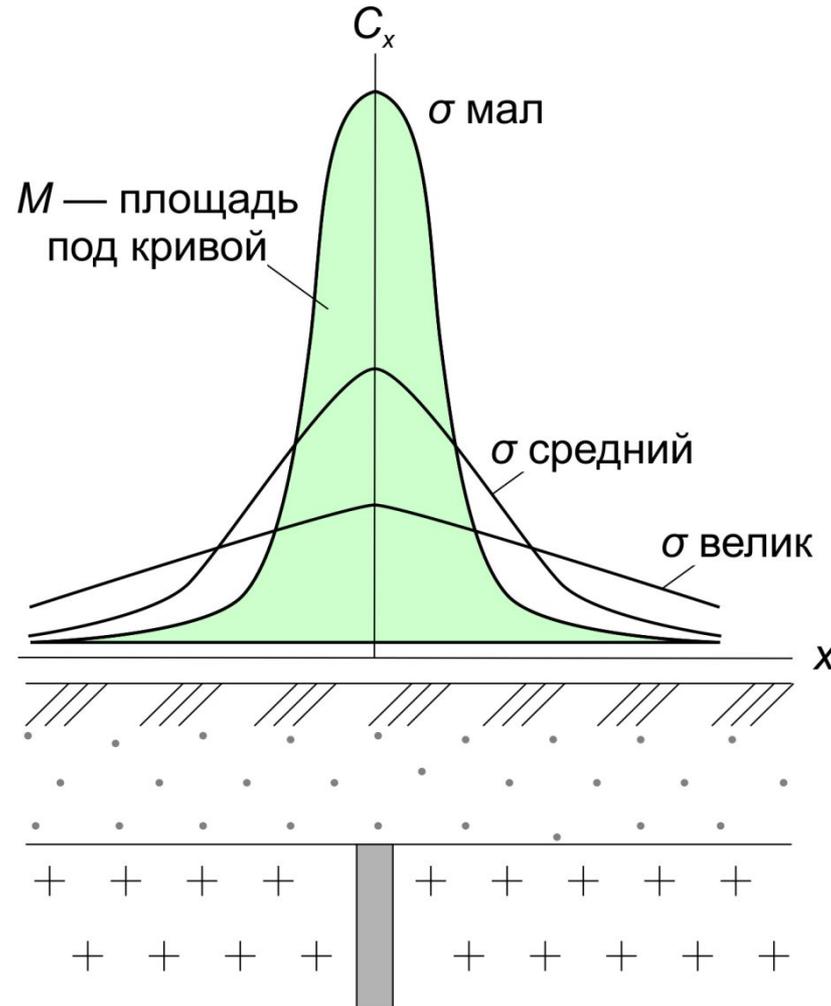
Соответствует функции нормального распределения.



# Параметры остаточного ореола $\sigma$ и $M$

$\sigma$  — коэффициент гипергенного рассеяния, [м]

$M$  — суммарное (линейное) количество вещества в ореоле, [м%]



# Коэффициент остаточной продуктивности

В реальном остаточном ореоле  $M \neq M_p$ ,  $M = k \cdot M_p$ ,  
где  $k$  — коэффициент остаточной продуктивности.

$k > 2,0$  — вторичный ореол обогащен,

$k = 0,5 - 2$  — нормальный ореол,

$k = 0,2 - 0,5$  — вторичный ореол ослаблен,

$k < 0,2$  — вторичный ореол резко ослаблен.

Зависимость от местных ландшафтно-геохимических условий:

- Горные районы:  
активная денудация, постоянное обновление ореолов  $\rightarrow k=1$ ;
- Сглаженный рельеф, гумидная зона:
  - для элементов, представленных тяжелыми и устойчивыми минералами (Au, Pt, Sn, W, Nb, Ta, Ti и др.),  $k > 1,0$ ,
  - для активных водных мигрантов (F, Sr, Li, Cs, Rb, В боратов, иногда U, Mo и др.)  $k < 1,0$ ;
- Сглаженный рельеф, аридная зона:
  - активные водные мигранты —  $k > 1,0$  (испарительная аккумуляция).

# Смещение ореола по восстановлению рудной зоны

При угле падения рудного тела  $\beta < 90^\circ$  смещение центральной точки вторичного ореола составит:

$$S_\beta = h \operatorname{ctg} \beta$$

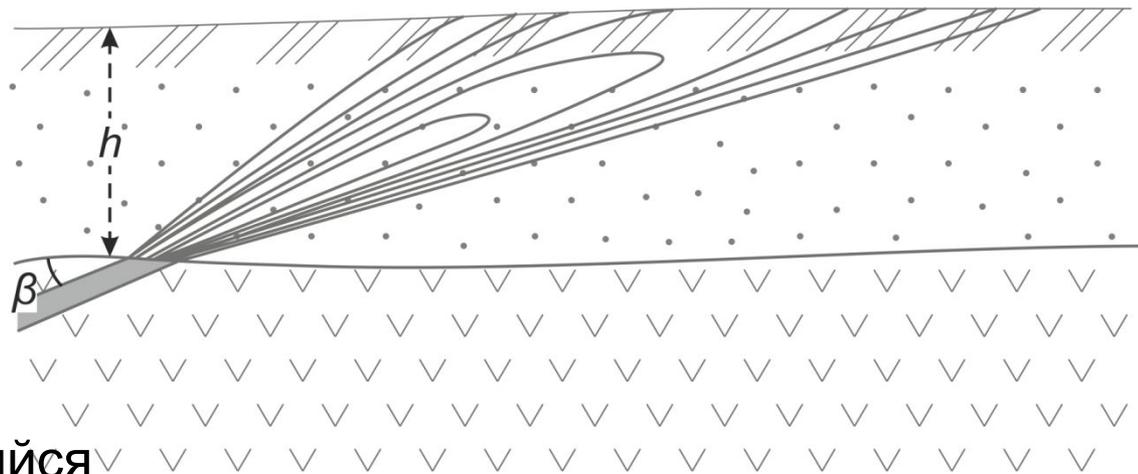
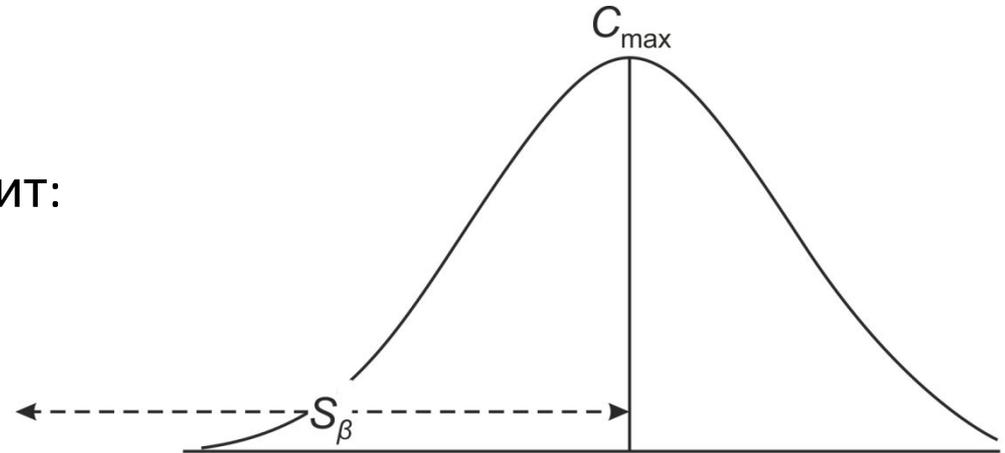
При изменении объема горных пород при выветривании вводится коэффициент пропорциональности  $B$ :

$$S_\beta = Bh \operatorname{ctg} \beta$$

$B > 1,0$  — объем, занимавшийся коренной горной породой уменьшается;

$B = 1,0$  — не меняется,

$B < 1,0$  — увеличивается.



	$\beta > 45^\circ$	$\beta < 45^\circ$
$B < 1$	$S_\beta < h$	
$B > 1$		$S_\beta \gg h$

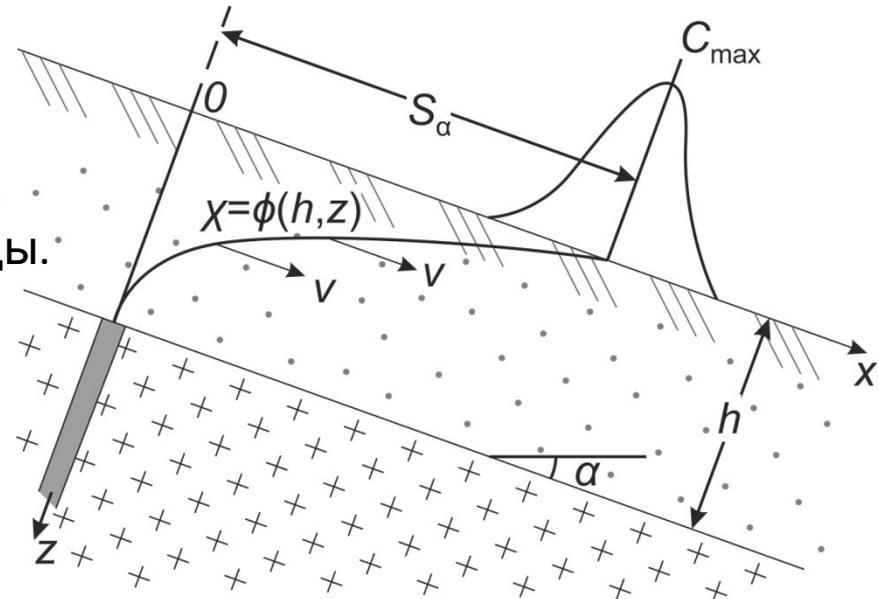
# Смещение ореола на склоне

На каждый бесконечно тонкий слой рыхлых образований на глубине  $z$  действуют две силы:

- 1) касательная к поверхности склона составляющая давления вышележащей толщи  $dgz \sin \alpha$ , где  $d$  — плотность пород на горизонте  $z$  и  $g$  — ускорение свободного падения;
- 2) обратно направленная сила внутреннего трения среды  $\mu \cdot dv/dz$ , где  $\mu$  — коэффициент вязкости среды.

В условиях равновесия сил:

$$dgz \sin \alpha = -\mu \frac{dv}{dz}$$



Введем кинематический коэффициент вязкости  $\nu = \mu/d$ .

Поскольку параметры  $\mu$  и  $d$  изменяются с глубиной, допустим:

$$\nu = \frac{\nu_0 h}{h - z'} \nu_0 \text{ — кинематический коэффициент вязкости верхнего горизоннта.}$$

# Смещение ореола на склоне

Расстояние  $S_\alpha$ , на которое сместится горизонт рыхлых образований за время  $T$ , можно выразить через интеграл:

$$S_\alpha = \int_0^T v dT,$$

где в условиях установившегося равновесия  $T = T_0 \frac{h-z}{z}$ , а  $dT = \frac{-T_0}{h} dz$ .

Подставляя  $v$  и меняя пределы интегрирования:

$$S_\alpha = \int_z^h \frac{g \sin \alpha}{6\nu_0 h} (2z^3 - 3hz^2 + h^3) \frac{-T_0}{h} dz = \underbrace{\frac{gT_0}{12\nu_0}}_A \sin \alpha \underbrace{\frac{h^4 - 2h^3z + 2hz^3 - z^4}{h^2}}_{\chi = \phi(h,z)}$$

Или, вводя замены:

$$S_\alpha = A\chi \sin \alpha$$

Смещение поверхностного слоя ( $z=0$ ):

$$S_{\alpha_0} = Ah^2 \sin \alpha$$

# «Парадокс» крутых склонов

$$S_{\alpha} = \frac{gT_0}{12\nu_0} \sin \alpha \frac{h^4 - 2h^3z + 2hz^3 - z^4}{h^2}$$

Полное время выветривания  $T_0$ , если ежегодный слой денудации принять за  $\Delta h$ , составляет  $T_0 = h/\Delta h$ .

Для поверхностного слоя рыхлых образований ( $z=0$ ) справедливо:

$$S_{\alpha} = \frac{g}{12\nu_0} \sin \alpha \frac{h^3}{\Delta h}$$

Варианты	$\alpha^{\circ}$	$\sin \alpha$	$h, \text{ м}$	$\Delta h, \text{ мм/год}$	$h^3/\Delta h$
I	8	0,14	5	0,1	1250
II	30	0,5	0,5	0,25	0,5
Смещение $S_{\alpha}$	Увеличение в 3,6 раза		Снижение в 2500 раз		

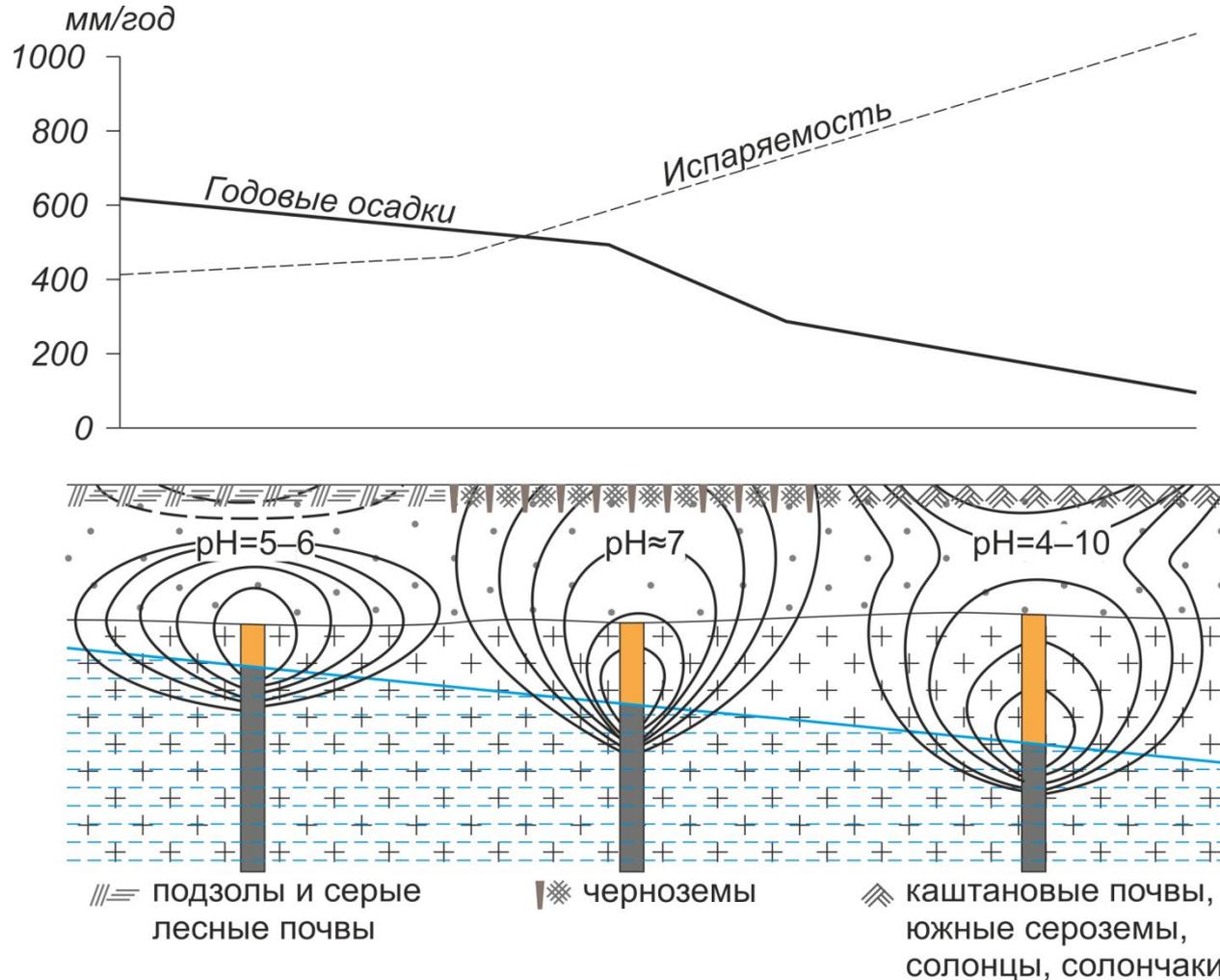
Примечание: на пологих склонах ( $6-8^{\circ}$ ); на крутых склонах ( $30-35^{\circ}$ )  $S_{\alpha} \rightarrow 0$ .

# Солевой ореол

Закрепление солевого ореола:

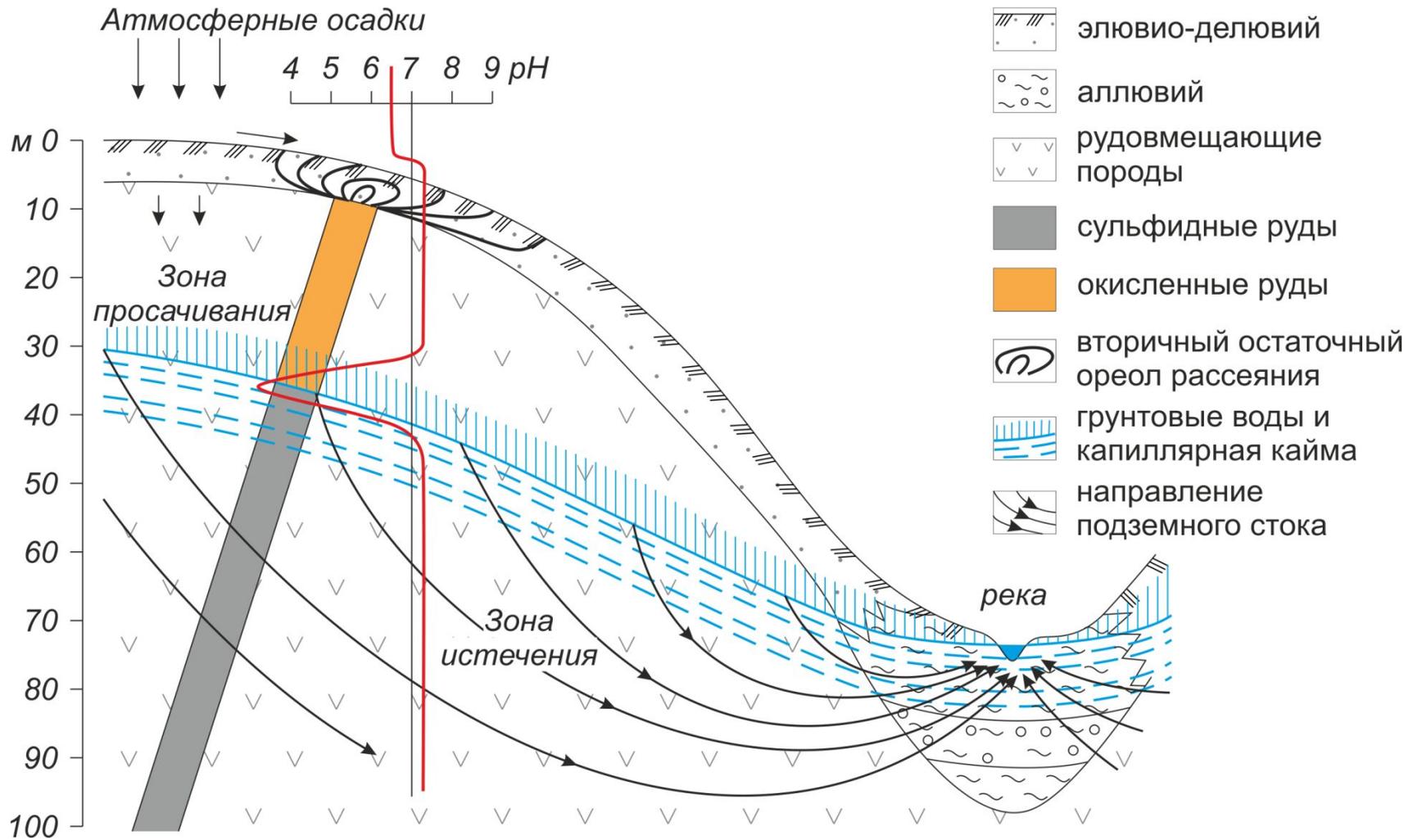
- Обменные химические реакции, гидратация
- Сорбция катионов коллоидами ( $\text{Cu}$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{Pb}$ ,  $\text{Ni}$ ,  $\text{Co}$ .. на  $\text{MnO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , глинах)

## Зависимость от климатических условий

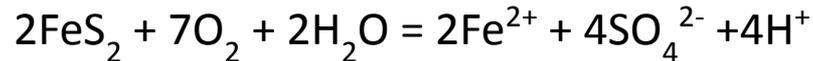


# Солевой ореол рассеяния. Зона окисления сульфидного месторождения

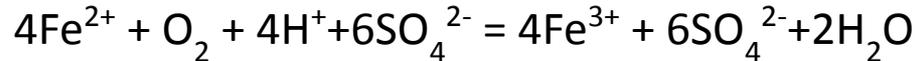
- ✓ Рудные элементы — в форме водорастворимых соединений
- ✓ Среда влагонасыщенна



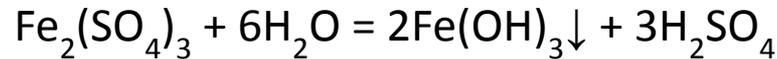
# Окисление сульфидов



В присутствии кислорода Fe(II) → Fe(III):



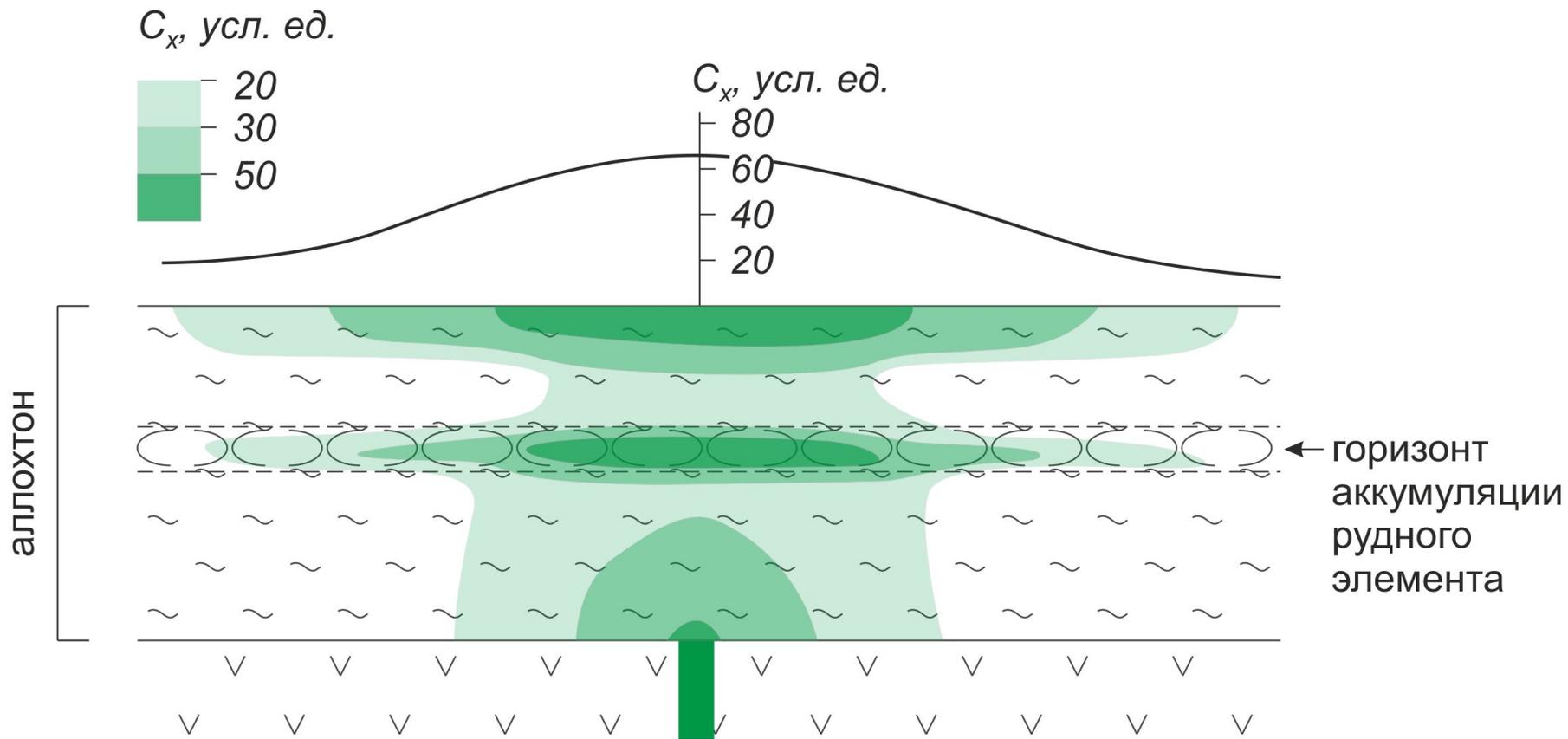
В слабокислых водах происходит гидролиз  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ :



**сульфид → сульфат → карбонат ↔ окисел**

Промежуточные соединения	Конечные продукты окисления
Госларит $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Англезит $\text{PbSO}_4$
Моренозит $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Барит $\text{BaSO}_4$
Биберит $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Церуссит $\text{PbCO}_3$
Мелантерит $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Смитсонит $\text{ZnCO}_3$
Халькантит $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Витерит $\text{BaCO}_3$
	Сферокобальтит $\text{CoCO}_3$
	Кераргирит $\text{AgCl}$
	Малахит $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$
	Азурит $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$
	Повеллит $\text{CaMoO}_4$
	Вульфенит $\text{PbMoO}_4$

# Наложенные ореолы рассеяния



Аккумуляция у  
поверхности:

- испарительная
- сорбционная
- биогенная

# Наложенные ореолы рассеяния

$$C_{xz} = -\frac{\theta}{4\pi D} \left\{ Ei \left[ -\frac{x^2 + (z-h)^2}{4DT} \right] + Ei \left[ -\frac{x^2 + (z+h)^2}{4DT} \right] \right\},$$

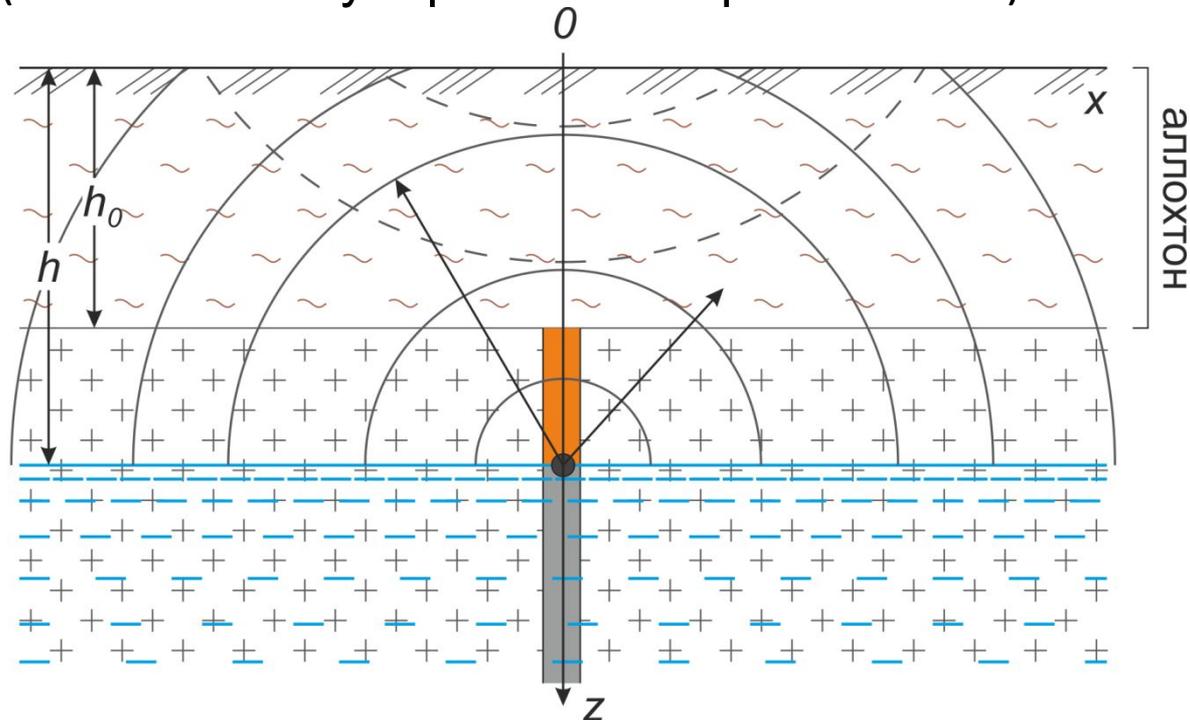
где  $\theta$  — «мощность» источника, кг/м·с,

$D$  — коэффициент диффузии,

$h$  — мощность перекрывающих отложений,

$T$  — время,

$Ei$  — интегральная показательная функция от выражения в скобках (значения табулированы в справочниках).



# Методы усиления слабых аномалий

- 1) Специальные методы опробования и селективного анализа
- глубинные литохимические съемки;
  - повышение точности анализа;
  - селективное извлечение подвижных форм элементов (например, анализ водных, кислотных, ацетатно-буферных и других вытяжек; метод ЧИМ — частичное извлечение металла);
  - извлечение и анализ терромагнитных фракций.



- 2) Математическая обработка данных для повышения амплитуды аномалии и снижения уровня помех:

- сглаживание методом «скользящего среднего»: при окне в  $n$  точек амплитуда полезного сигнала  $\sqrt{n}$  сохраняется, а случайная составляющая уменьшается в  $\sqrt{n}$  раз;
- мультипликация содержаний элементов типоморфного комплекса:

при перемножении содержаний  $m$  элементов амплитуда аномалии увеличивается в  $m$  раз, стандартное отклонение — в  $\sqrt{m}$  раз;

- добавление в знаменатель мультипликата элементов выноса.

$$\sqrt{mn}$$

# Отбор проб при литохимических поисках по вторичным ореолам рассеяния

- ✓ Профили опробования ориентируют вкрест господствующему простиранию рудоконтролирующих структур и рудных зон. Сеть опробования выбирается исходя из решения задачи Бюффона.

Согласно Инструкции...,

Масштаб съемок	1983: Сеть		Число проб на 1 км <sup>2</sup> площади
	Расстояние между профилями, м	Расстояние между точками пробоотбора, км	
1 : 200 000	2000	200	2,5
1 : 100 000	1000	100	10
1 : 50 000	500	50–100	20–40
1 : 25 000	250	40–50	80–100
1 : 10 000	100	20–25	400–500
1 : 5 000	50	10–20	1000–2000
1 : 2 000	25	10	4000

Обзорная геологическая карта участков Туманный и Туманный-Восток

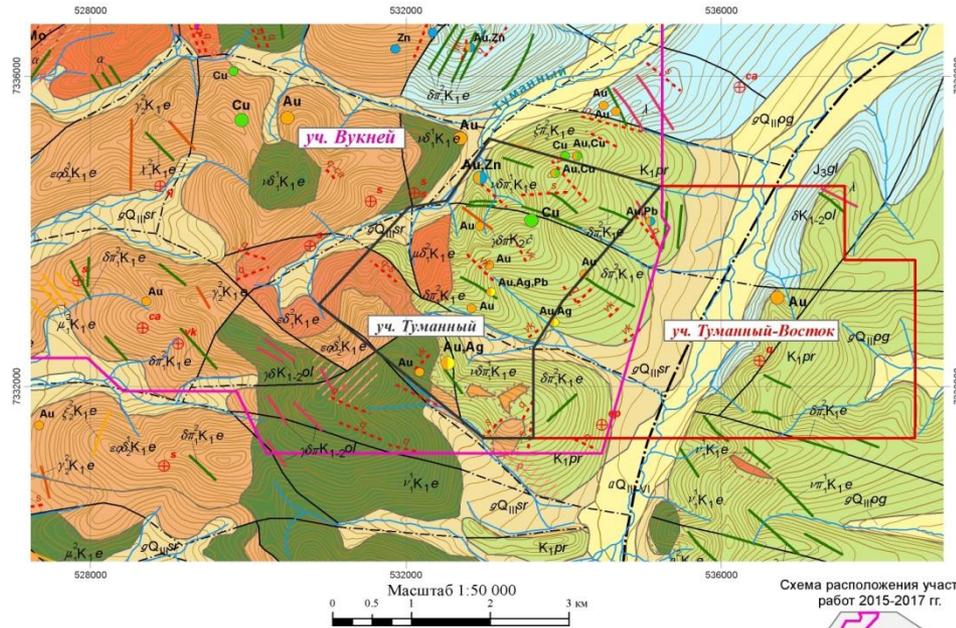


Схема расположения участков работ 2015-2017 гг.



У С Л О В Н Ы Е О Б О З Н А Ч Е Н И Я

КВАРТЕР	ПОСЛЕДНИЙ ПЕРИОД НЕОГЕНА	$aQ_{VI}$	Голоцен. Аллювиальные галечники с валунами, гравийно-песчаным материалом русел, пойм, надпойменных террас 3-4 м уровня с прослоями и линзами супесей, суглинков и торфов (1-7 м). Проловальные (р) галечники, валуны, гравийники, пески, глины конусов выноса (5-10 м).
		$aQ_{III-VI}$	Верхний неоплеистоцен - голоцен переселенные. Аллювиальные гравийно-галечно-песчаные отложения (2-18 м)
		$gQ_{III sr}$	Сартанский криостадиал. Ледниковые несортированные галечники, глыбово-валуно-галечный материал с примесью суглинков, щебня и дресвы (15-50 м). Водоледниковые (f) песчано-галечные отложения, валуны, пески, суглинки (12-30 м)
МЕЛ	НИЖНИЙ ОТДЕЛ	$gQ_{III og}$	Ойягосский криостадиал. Ледниковые валуны с глыбами, гравийники и супесь (35-80 м). Водоледниковые галечники, супеси, пески, мелко-галечно-гравийно-песчанистый материал (10-35 м)
		$\delta\pi K_{1-2Ol}$	Одойский габбро-гранодиорит-гранитовый комплекс раннего-позднего мела. Дайки гранодиорит-порфиров
		$K_{1e}$	Едзгакский габбро-монцит-сипенитовый комплекс раннего мела. Вторая фаза, поздняя субфаза: граносипениты ( $\gamma_2^2$ ), кварцевые сипениты ( $\alpha_2^2$ ), граниты ( $\gamma_2^2$ ), их дайки, дайки сипенитов ( $\xi_2^2$ ), сипенит-порфиров ( $\xi_2^2$ ), аплитов ( $\rho_2^2$ ); первая субфаза: кварцевые монциторит-порфириты ( $qu\delta_2^2$ ), дайки кварцевых монциторитов ( $qu\delta_2^1$ ); первая фаза, поздняя субфаза: монциториты ( $\mu\delta_2^1$ ), монциторит-порфириты ( $\mu\delta_2^2$ ), субшелочные диориты ( $\epsilon\delta_2^1$ ), диорит-порфириты ( $\delta\pi_2^1$ ), их дайки и дайки лампрофиров ( $\alpha_2^1$ ) и субшелочных диорит-порфиритов ( $\epsilon\delta_2^2$ ); ранняя субфаза: габбро ( $\gamma^1$ ), габбродиориты ( $\delta\delta^1$ ), субшелочные габбро ( $\epsilon\gamma^1$ ), их дайки и дайки габбродиорит-порфиритов ( $\delta\delta_1^1$ )
ЮРА	ВЕРХНИЙ ОТДЕЛ	$K_1pr$	Прозрачный андезит-риолитовый комплекс. Покровные фации. Нижний бернас. Прозрачная свита. Туфосечанки, туфы, туфиты кислого-среднего состава, аргиллиты, алевролиты, песчаники, туфоалевролиты (250- 500 м)
		$\lambda K_1pr$	Субвулканическая фация. Дайки риолитов
		$J_3gl$	Верхний титон. Глуковская свита. Аргиллиты, алевролиты, туфы дацитов, риолитов, туфоалевролитов, туфосечанки, туфиты среднего состава (300- 400 м)

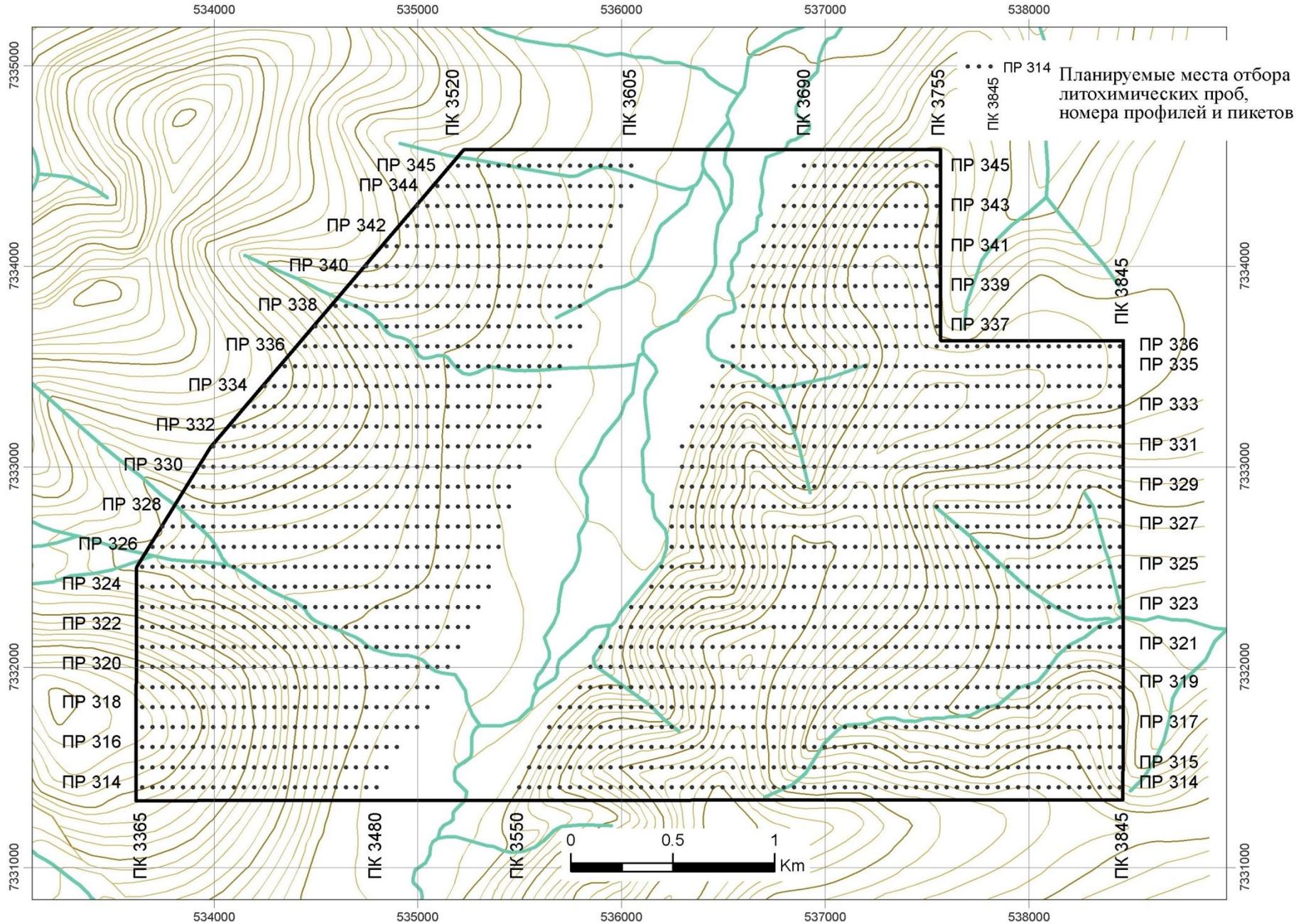
$\frac{a}{b}$  — Границы: а - геологические, б - фациальные  
 $\frac{a}{b}$  — Тектонические нарушения: а - главные, б - главные, скрытые  
 $\frac{a}{b}$  — Контактные роговики  
 $\frac{a}{b}$  — Тесные нарушения: а - второстепенные, б - второстепенные, скрытые  
 $\frac{a}{b}$  — Контактные роговики  
 $\frac{a}{b}$  — Тесные нарушения: а - второстепенные, б - второстепенные, скрытые

$\frac{a}{b}$  — Метасоматиты: а - площадные, б - линейные, в - не выражающиеся в масштабе карты, в том числе: mts - без подразделения по составу, p - прожилиты, vk - вторичные кварциты, s - сульфидизированные, ca - карбонатизированные, q-ca - кварц-карбонатизированные, cl - хлоритизированные, hm - гематитизированные, ep - эпидотизированные породы, q - прожилковое окварцевание, q-s - кварц-сульфидная минерализация

**Au, Cu**  
 a — Проявления (а) и пункты минерализации (б)  
 Au — Предшественников  
 a — Контур участка литохимической съёмки по сети 200x100 м, 2015 г. (уч. Вукней)  
 a — Контур участка литохимической съёмки по сети 100x50 м, 2016 г. (уч. Туманный)  
 a — Контур участка литохимической съёмки по сети 100x50 м, 2017 г. (уч. Туманный-Восток)

# План литохимического опробования рыхлых отложений участка Туманный-Восток

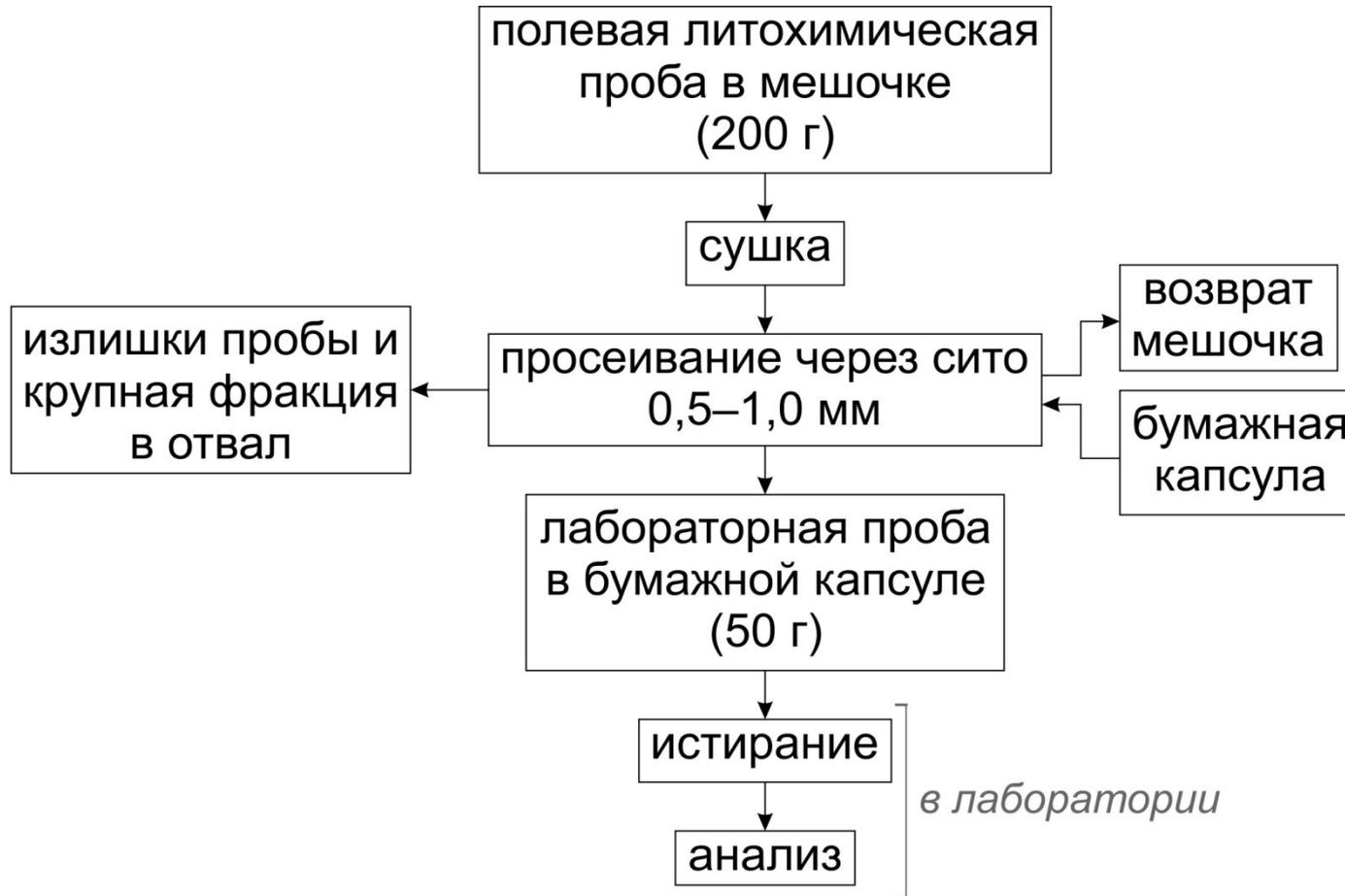
Сеть 100x50 м. Всего 2177 проб (без контроля)



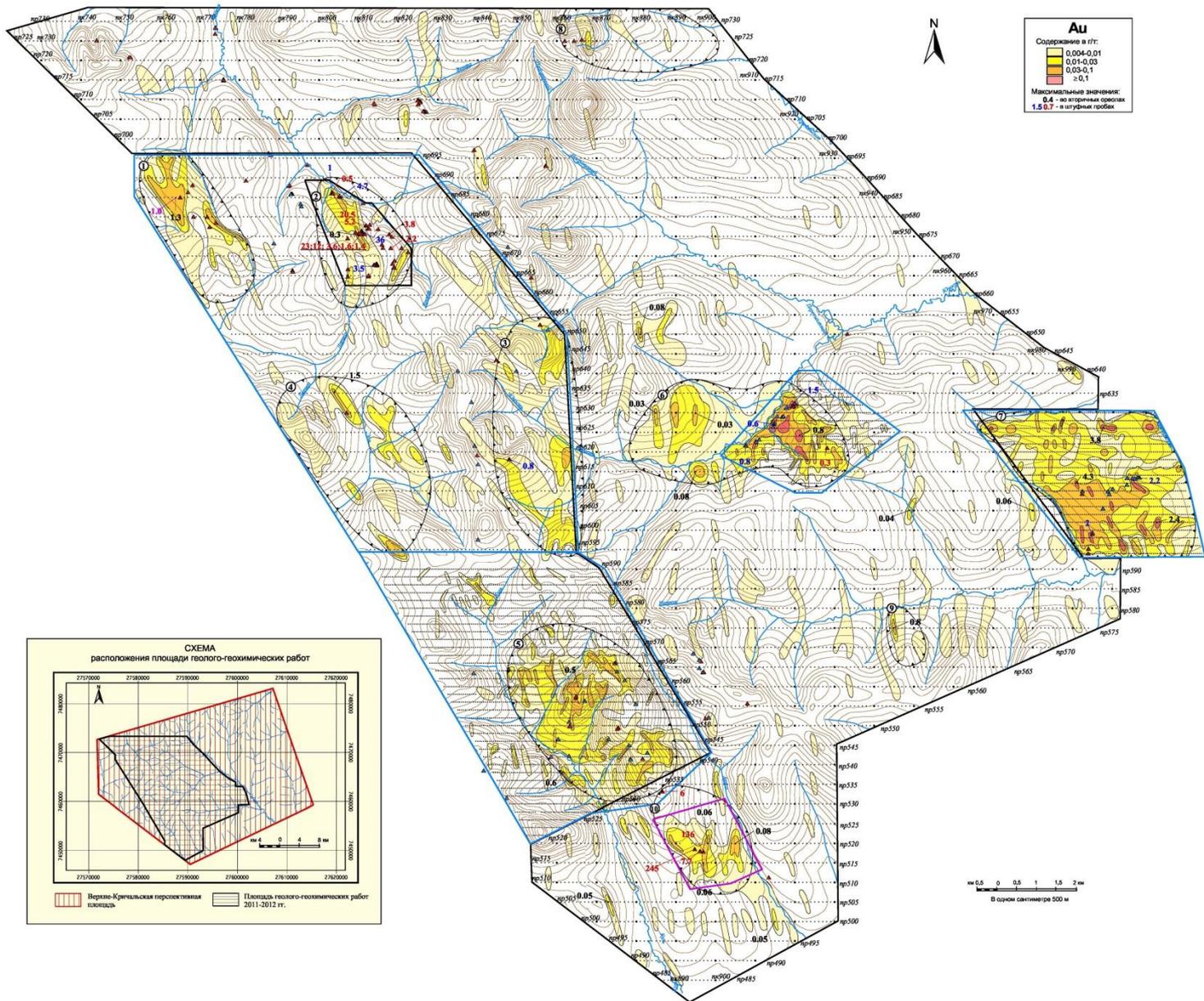
# Отбор проб при литохимических поисках по вторичным ореолам рассеяния

- ✓ Глубина пробоотбора определяется опытно-методическими работами и особенно зависит от генезиса вторичных ореолов рассеяния.
- ✓ Масса отбираемой пробы должна обеспечить получение из нее выхода заданной фракции не менее 25–100 г.
- ✓ Для оценки выявленных наложенных аномалий производят глубинные геохимические поиски в центральной части аномалии:  
по 2–3 профилям с расстоянием между ними 250–1000 м  
и числом скважин в профиле не менее 3–5 при расстоянии между ними 25–100 м.

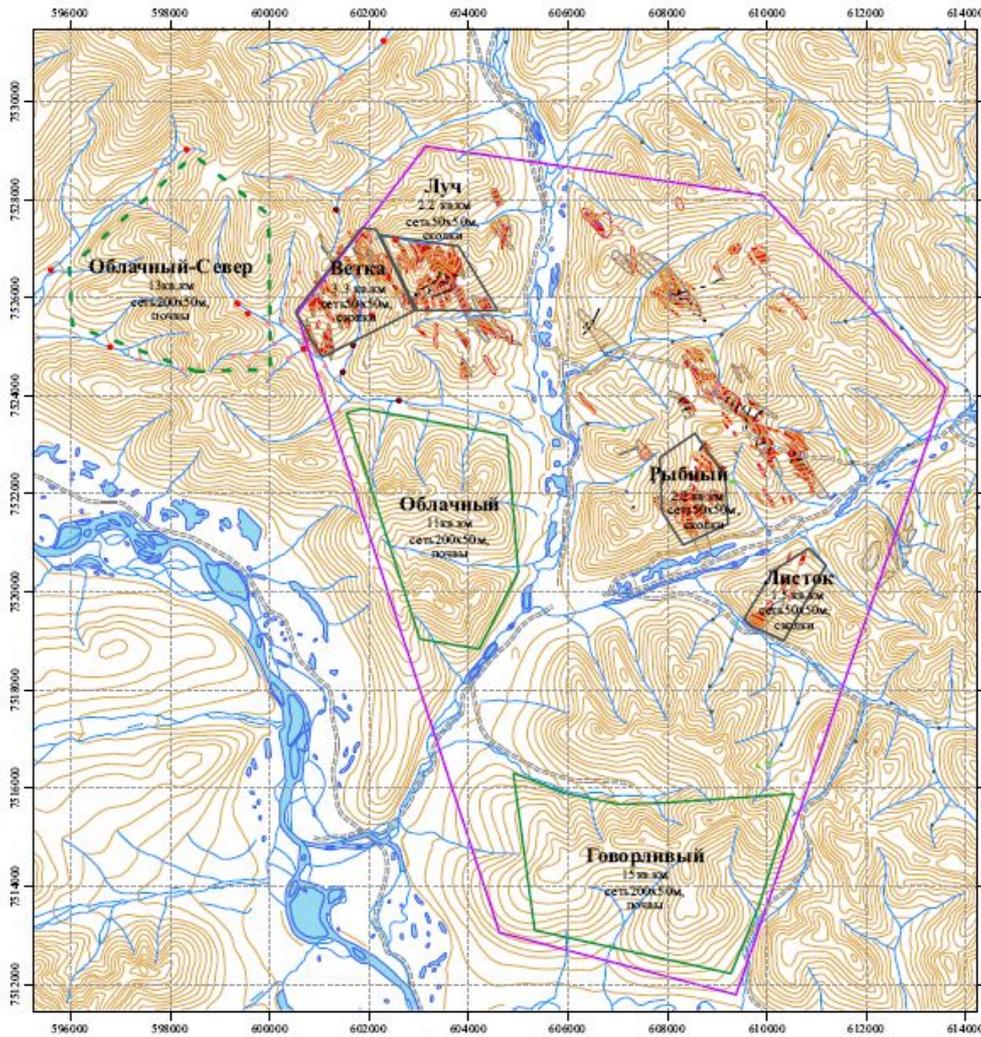
# Пробоподготовка



# Верхне-Кричальская площадь. Вторичные ореолы Au.



# Вторичные ореолы золота Алискеровского рудного поля (золото-кварцевый тип оруденения)

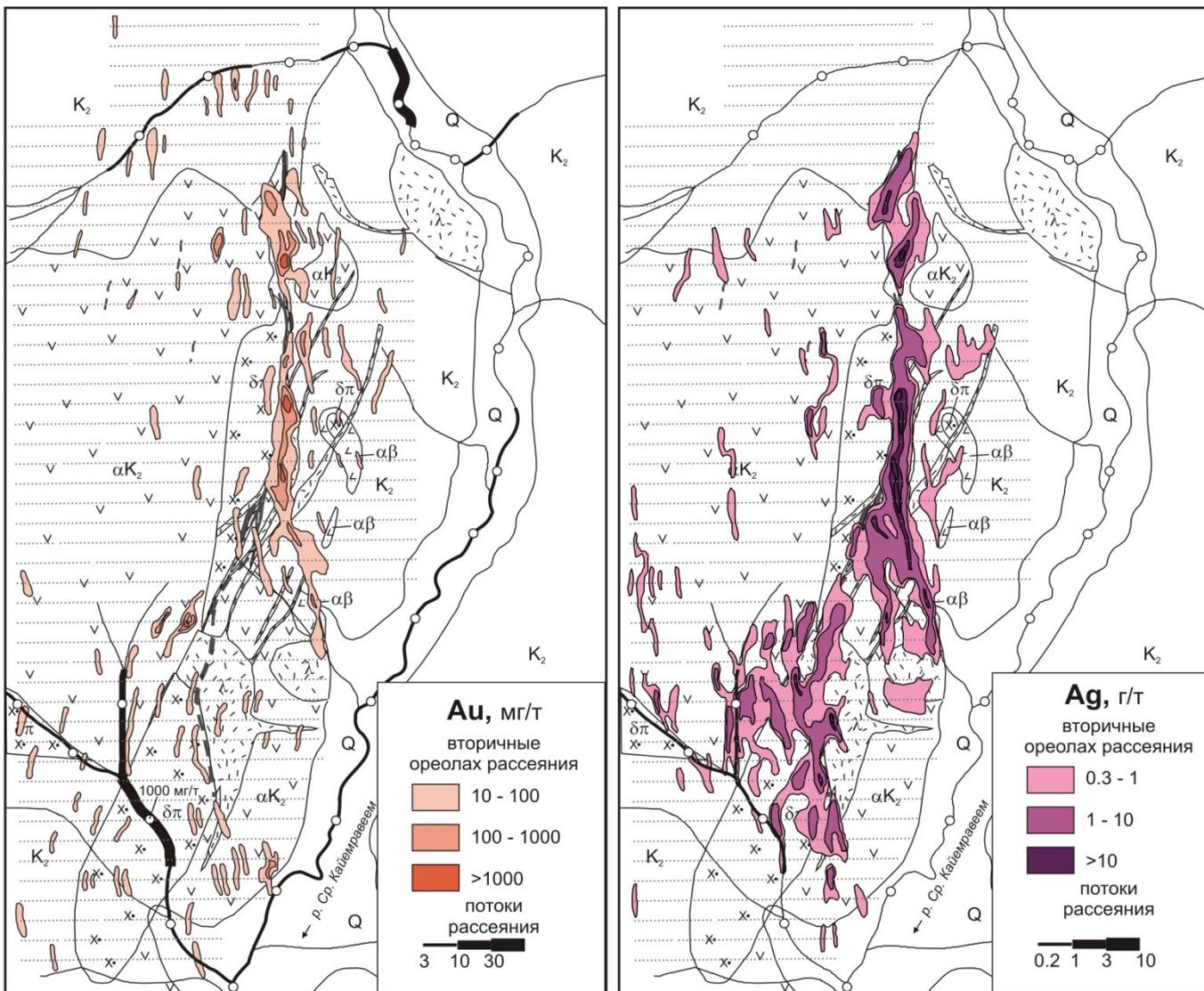


## Условные обозначения

- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|  | Контур лицензионного участка                                |  | Вторичные ореолы золота, выявленные по результатам работ предшествеников  |
|  | Предлагаемые участки литхимической съёмки по сети 200x50 м. |  | Потоки рассеяния золота, г/т (0,004-0,01; 0,01-0,03; 0,03-0,1; 0,1-0,3)   |
|  | а. - первой очереди;<br>б. - второй очереди                 |  | Кварцевые жилы  |
|  | Предлагаемые участки отбора сколовых проб по сети 50x50 м.  |  | Зоны штокерского прожилкования<br>а. - установленные, б. - предполагаемые |
|   |   |  |   |

Алискеровская площадь. Схема расположения участков, предлагаемых для проведения геохимических работ

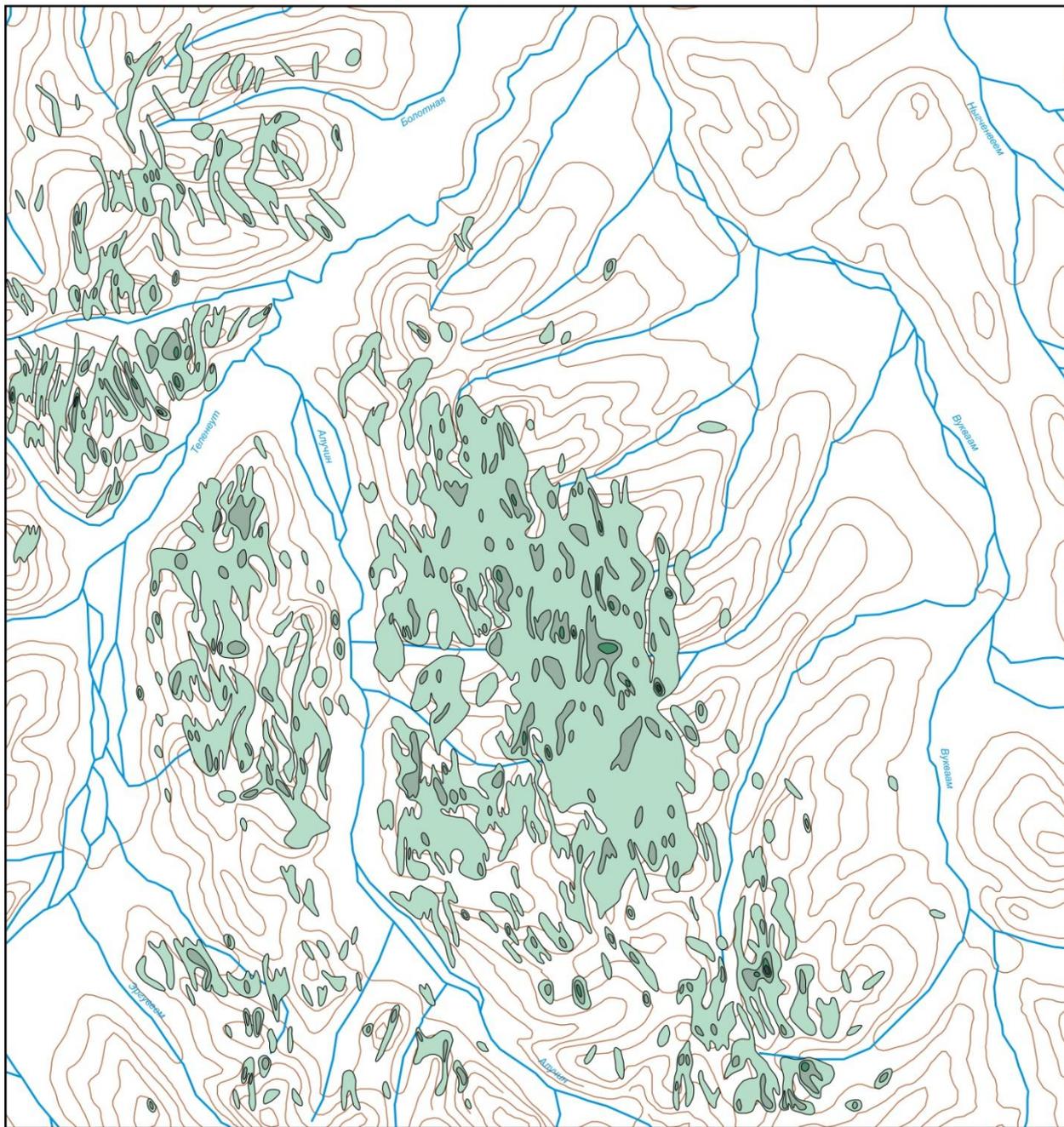
# Вторичные ореолы и потоки рассеяния золота и серебра рудного поля Купол



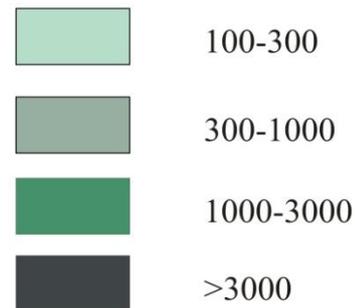
1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9.

1 – четвертичные отложения; 2 – верхнемеловые вулканогенно-осадочные образования; 3 – андезиты; 4 – риолиты; 5 – диоритовые порфириты; 6 – андезибазальты; 7 – кварцевые жилы; 8 – ручьи и точки опробования; 9 – пикеты литохимического опробования.

Вукнейский рудный узел. Карта вторичных ореолов рассеяния меди.



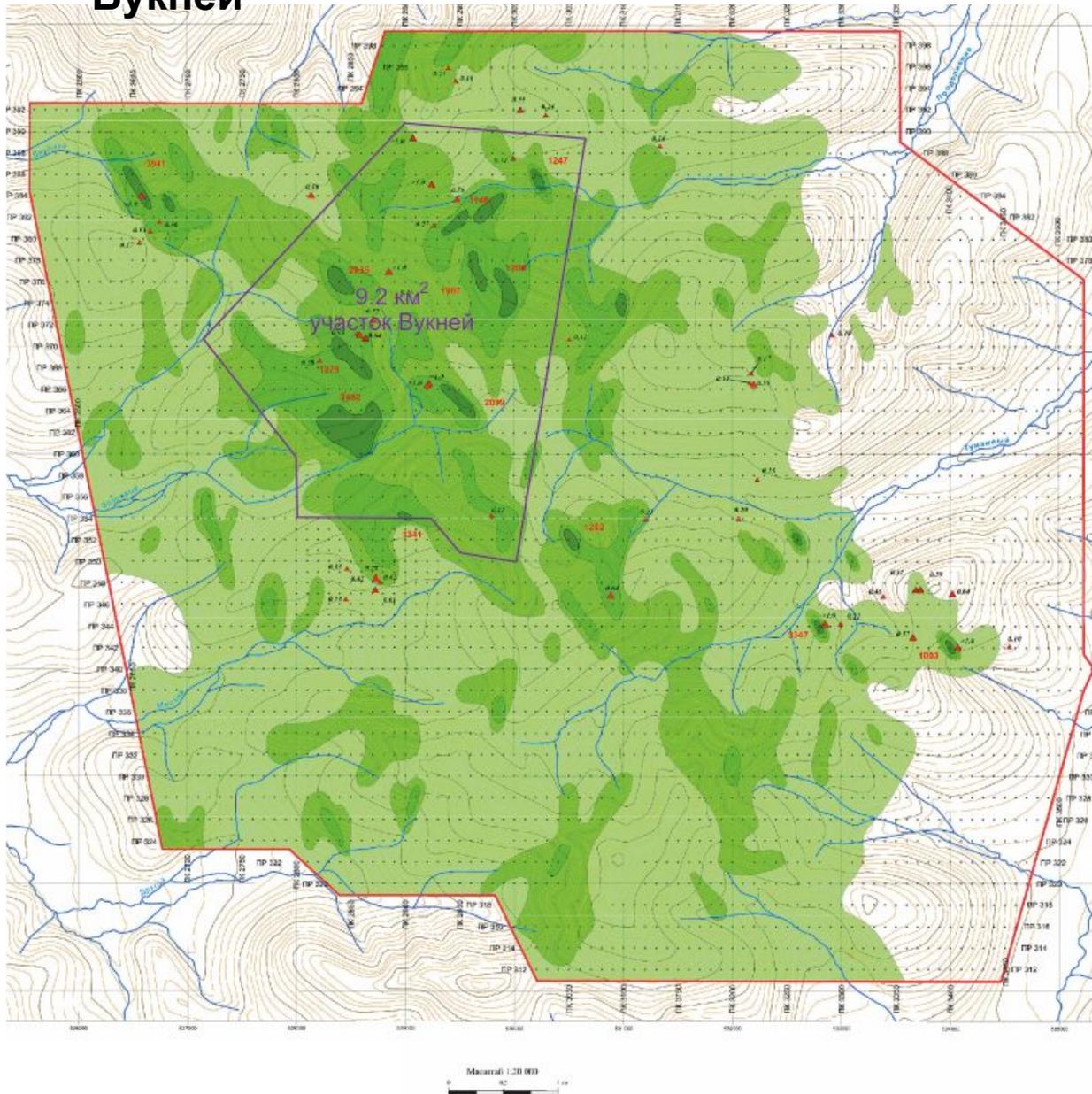
Содержание меди во вторичных ореолах рассеяния, г/т:



Параметры  
аномалий меди  
 $P = 1170$  тыс. м<sup>2</sup>%  
 $Q = 12$  млн.т

0 2 4 км

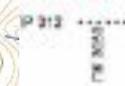
# Вторичные ореолы меди. Участок Вукней



## УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ



Контур участка литохимической съёмки по вторичным ореолам рассеяния по сети 200х100 м



Места отбора литохимических проб рудных окислений. Номера профилей и точек



1000

Максимальная концентрация меди в эпицентрах вторичных ореолов рассеяния, г/т



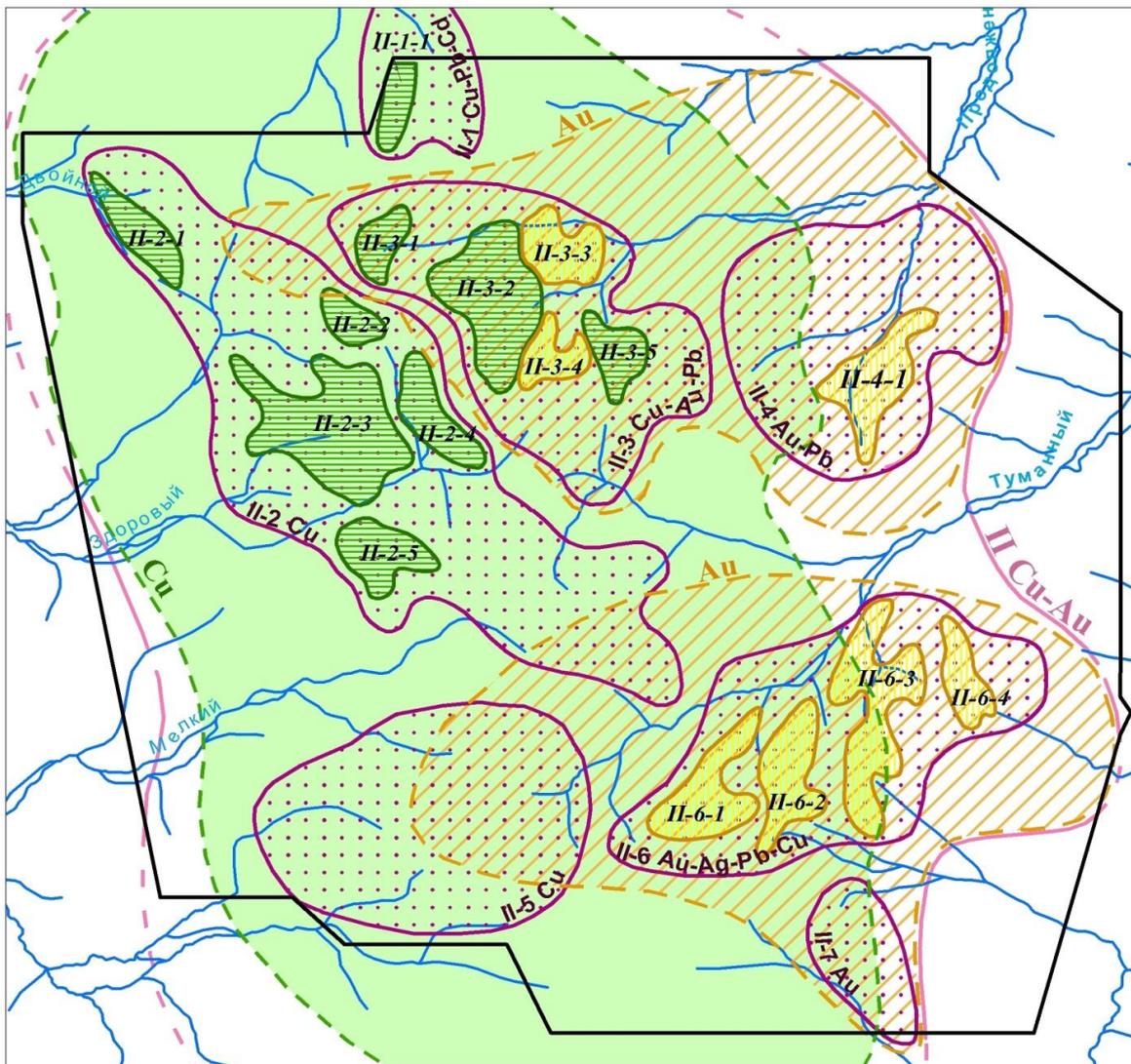
Места отбора штучных проб с аномально высокими содержаниями меди: а - Cu-0.1-0.5%; б - Cu-0.5-1.0%

## Параметры аномалий меди

$R = 292$  тыс. м<sup>2</sup>%

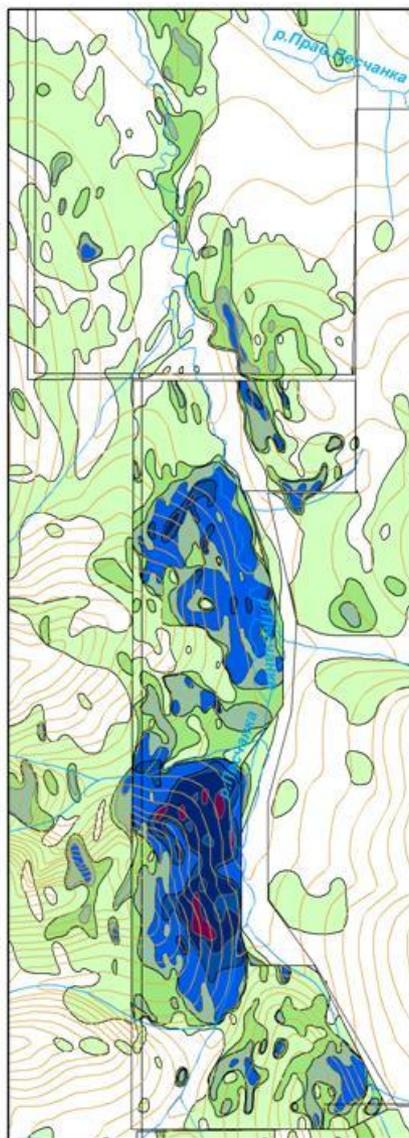
$Q = 2$  млн.т

# Структура АГХП Вукнейской СубЭС

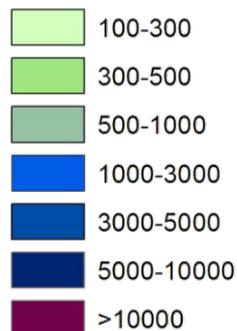


- 
 Контур комплексного аномального геохимического поля
- 
 Аномальное геохимическое поле меди
- 
 Аномальные геохимические поля золота
- 
 Аномальные геохимические зоны, их номера и специализация
- 
 Ядерные части аномальных геохимических зон и их номера: а - перспективные преимущественно на медно-порфировый тип оруденения;
- 
 б - перспективные преимущественно на золото-серебряный тип оруденения

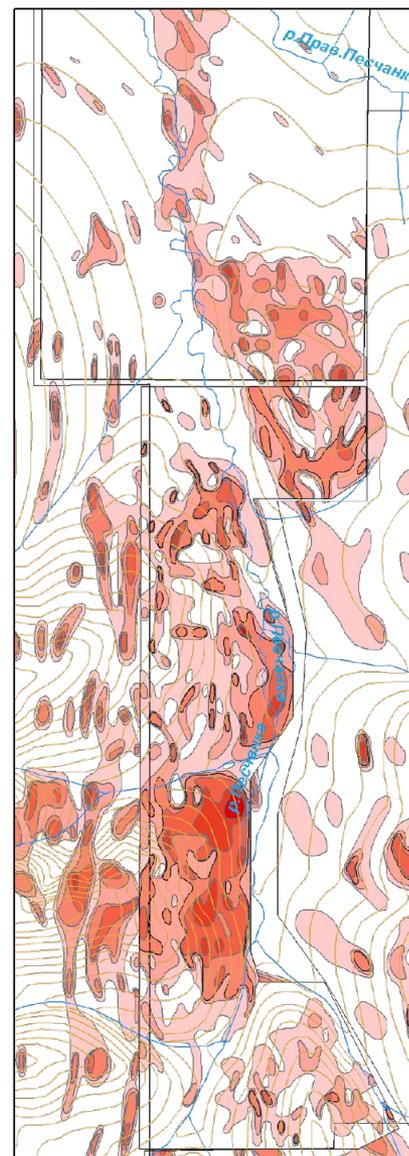
# ВТОРИЧНЫЕ ОРЕОЛЫ МЕДИ И ЗОЛОТА НА МЕСТОРОЖДЕНИИ ПЕСЧАНКА



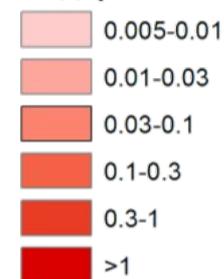
Содержание  
Cu во вторичных  
ореолах, г/т



Параметры  
аномалий меди  
 $P = 760$  тыс. м<sup>2</sup>%  
 $Q = 12$  млн.т



Содержание  
Au во вторичных  
ореолах, г/т



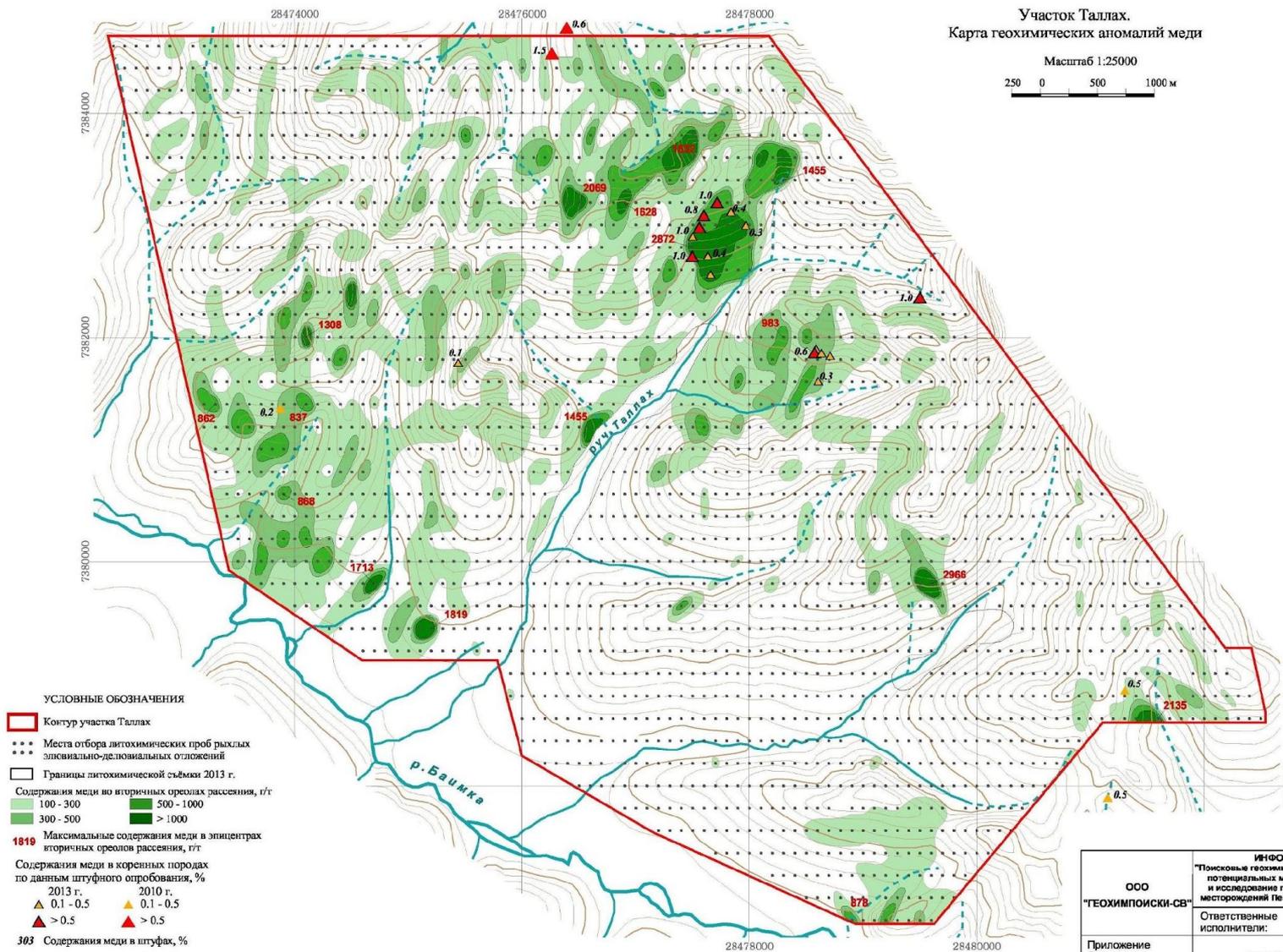
Параметры  
аномалий золота  
 $P = 30$  м<sup>2</sup>%  
 $Q = 340$  т

0 0.5 1 1.5 2 2.5 км

Участок Таллах.  
Карта геохимических аномалий меди

Масштаб 1:25000

250 0 500 1000 м



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- Контур участка Таллах
- Места отбора литохимических проб рыхлых элювиально-делювиальных отложений
- Границы литохимической съёмки 2013 г.
- Содержания меди во вторичных ореолах рассеяния, г/т
  - 100 - 300
  - 300 - 500
  - 500 - 1000
  - > 1000
- 1919** Максимальные содержания меди в эпицентрах вторичных ореолов рассеяния, г/т
- Содержания меди в коренных породах по данным штупного опробования, %
  - 2013 г.
  - 2010 г.
  - 0,1 - 0,5
  - 0,1 - 0,5
  - > 0,5
  - > 0,5
- 303** Содержания меди в штупках, %

ООО "ГЕОХИМПОИСКИ-СВ"	ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОТЧЕТ по объекту: "Помощь в геохимической работе с целью выявления и локализации потенциальных меднорудных тел на флангах Бамской площади и исследование геохимической зональности медно-порфировых месторождений Песчанка и Находка (Чукотский АО) в 2013 - 2014 гг."	
	Ответственные исполнители: Николаев Ю.Н.	Год сдачи отчёта 2013
Приложение Лист	УЧАСТОК ТАЛЛАХ. КАРТА ГЕОХИМИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ МЕДИ	
Масштаб 1:25 000	Использована топооснова: цифровая топографическая карта масштаба 1:100000	
Составители карты:	Шатнов В.Ю.	
Исполнители цифровой версии карты:	Шатнов В.Ю.	

# Технология геохимических поисков Cu-Mo-порфирирового оруденения с использованием полевого рентгенофлуоресцентного анализа

## Технологическая схема

Отбор рыхлых отложений по сети 100×50 м

Просушка проб

Просеивание материала проб  
(окно сита 0.75 мм)

Укладка материала в многоразовые  
пластиковые кюветы для анализа

Собственно анализ

Оконтуривание аномалий  
Cu, Mo, Pb, Zn, As, Ag, Sb, K, Ca, Fe, S, Mn



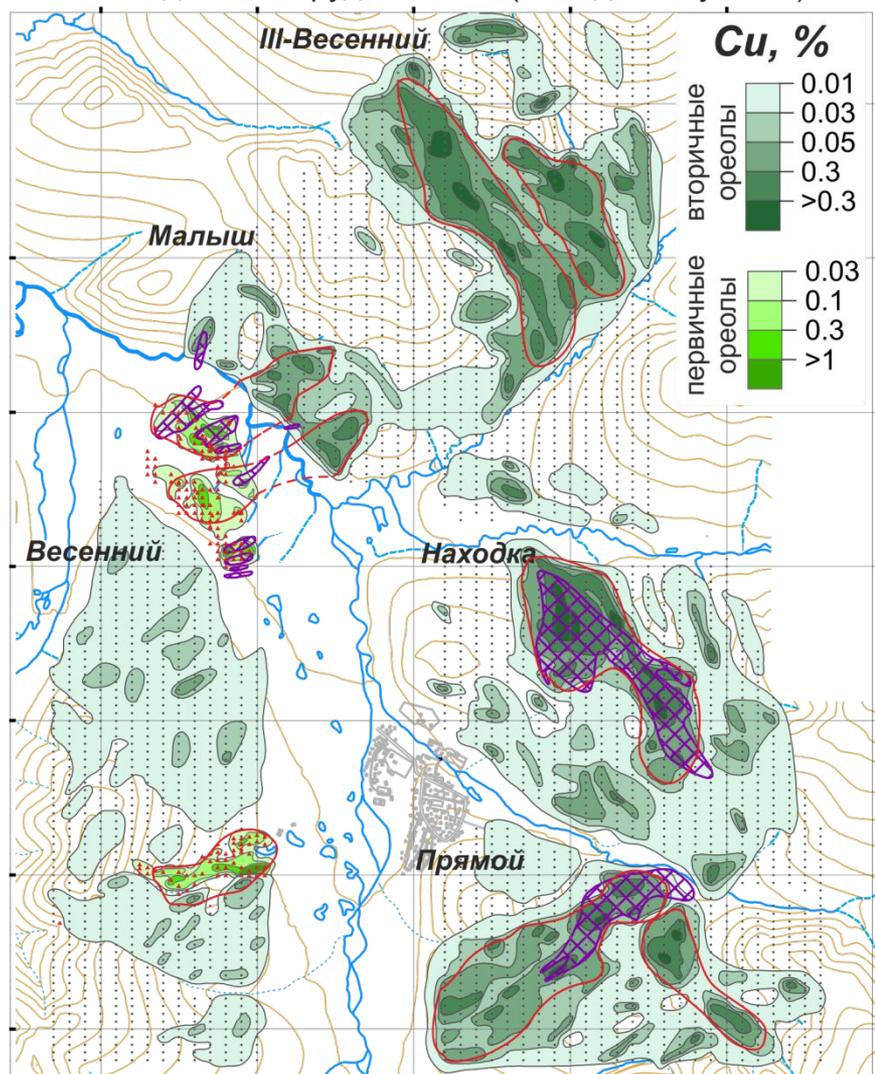
Niton XL3t900



Niton FXL-950

Применение технологии поисков по вторичным ореолам с использованием метода полевого XRF-анализа на площади Баимского рудного района позволило в течение одного полевого сезона выявить и оконтурить около 10 потенциальных Cu-Mo-порфирировых рудных тел.

## Находкинское рудное поле (Западная Чукотка)



- ▲ точки отбора литохимических проб
  - ▲ точки отбора сколовых проб
  - ⊗ штотверковые тела, выделенные по материалам предшественников
  - ⊗ предполагаемые штотверковые тела, выделенные по результатам проведенной съемки
- 0 500 1 000 м

# Опытнo-методические работы

- ✓ Ландшафтно-геохимическое картирование.
- ✓ Выбор анализируемой фракции материала пробы, размера сети опробования и глубины пробоотбора (представительный горизонт).



Важно не столько обогащение какой-либо фракции рудным элементом, сколько высокая контрастность геохимических аномалий:

$$\gamma = \frac{1}{\lg \varepsilon} \cdot \lg \frac{C_{max}}{C_{\phi}}$$



Доступность материала: не должно быть затруднений в извлечении фракции в необходимом количестве (25–100 г) в конечном выходе после просеивания пробы.

- ✓ Определение величин местных коэффициентов остаточной продуктивности  $k$  и коэффициентов гипергенного рассеяния  $\sigma$  для различных элементов и ландшафтно-геохимических условий.

# Оценка коэффициента остаточной продуктивности

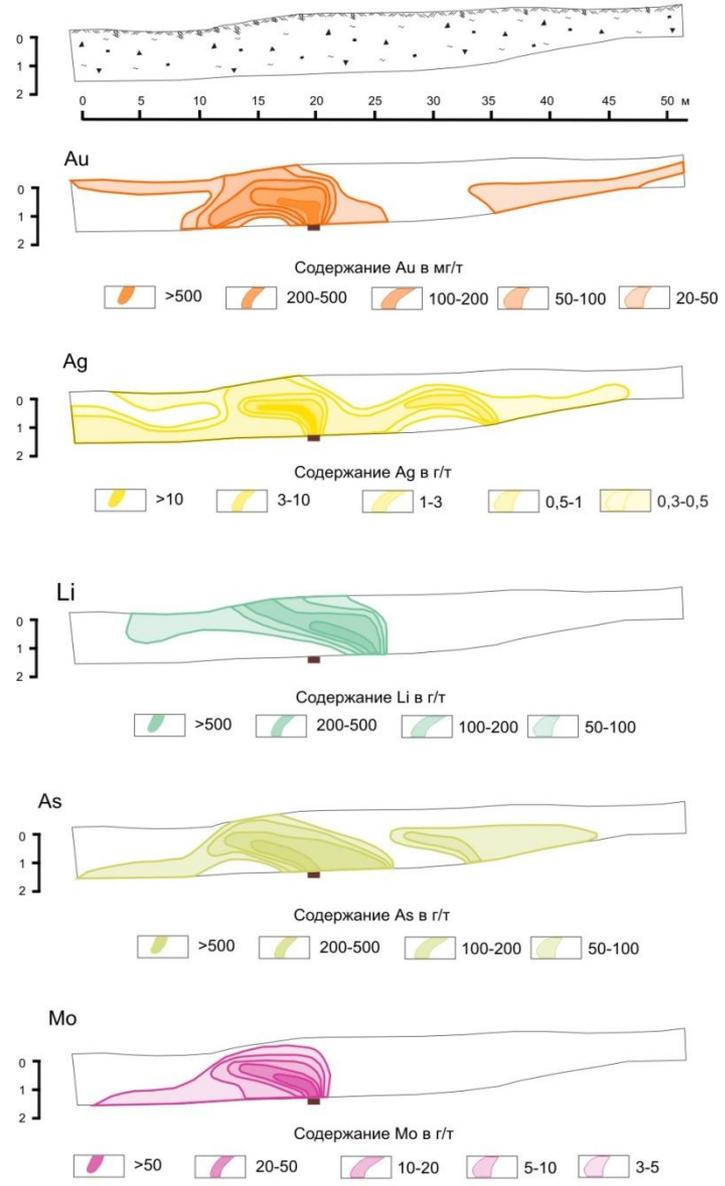
Опробование борта канавы и ее полотна:



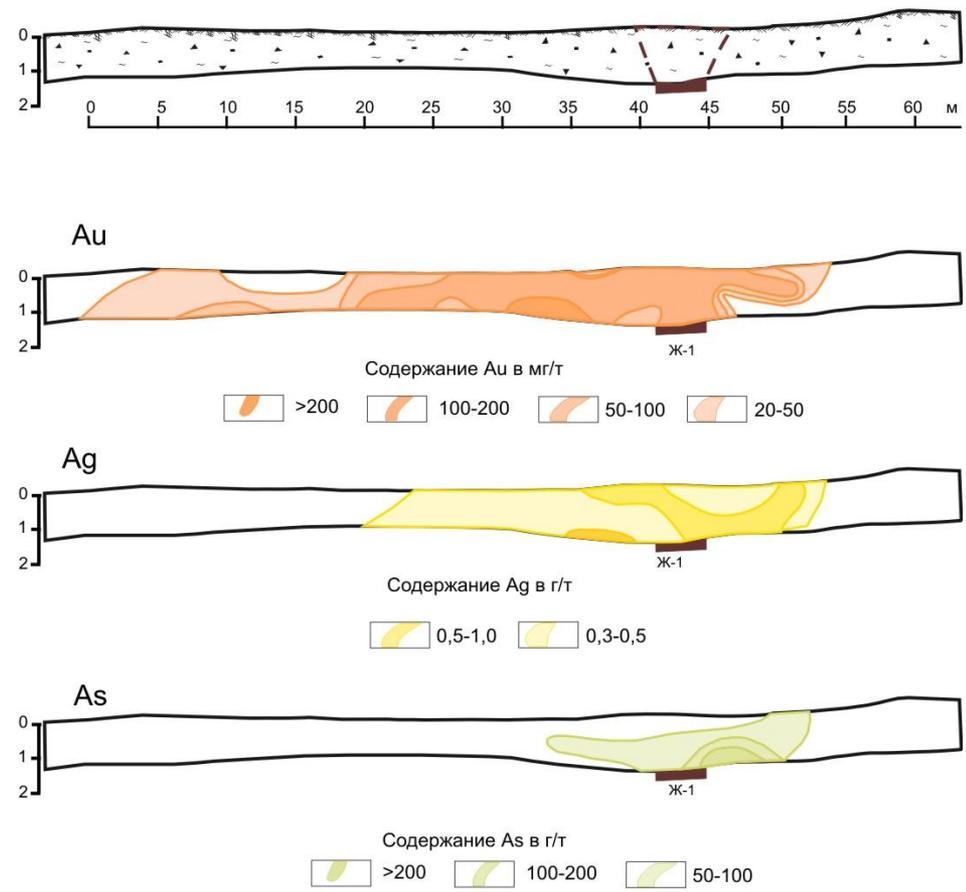
# Морфология вторичных ореолов жилы №1 месторождения

## Клен

канавка 14



канавка I



# Площадная продуктивность вторичного ореола

$P$

При равномерной сети с шагом опробования  $\Delta x$  и расстоянием между профилями  $2l$ :

$$P = \Delta x 2l \left( \sum_{i=1}^N C_x - N C_{\phi} \right)$$

Либо, если по  $m$  профилям предварительно оценена линейная продуктивность ореола  $M$ :

$$P = 2l \sum_{i=1}^m M_i$$

Количество металла в коренном оруденении  $q$  в т/м можно оценить, приняв плотность пород  $d$  равной 2,5 т/м<sup>3</sup>:

$$q = P \cdot d \cdot 10^{-2} = \frac{P}{40}$$

Чтобы избавиться от % (при  $P$  в м<sup>2</sup>%)

# Оценка прогнозных ресурсов коренного оруденения

$Q$

Прогнозные ресурсы металла (категории  $P_2, P_1$ ), т на глубину  $H$ , м с учетом местного коэффициента остаточной продуктивности  $k$ :

$$Q_H = \frac{1}{k} qH$$

Если рудная зона залегает полого и  $H$  принимается по падению, величина  $q$  должна быть приведена к истинной мощности.

