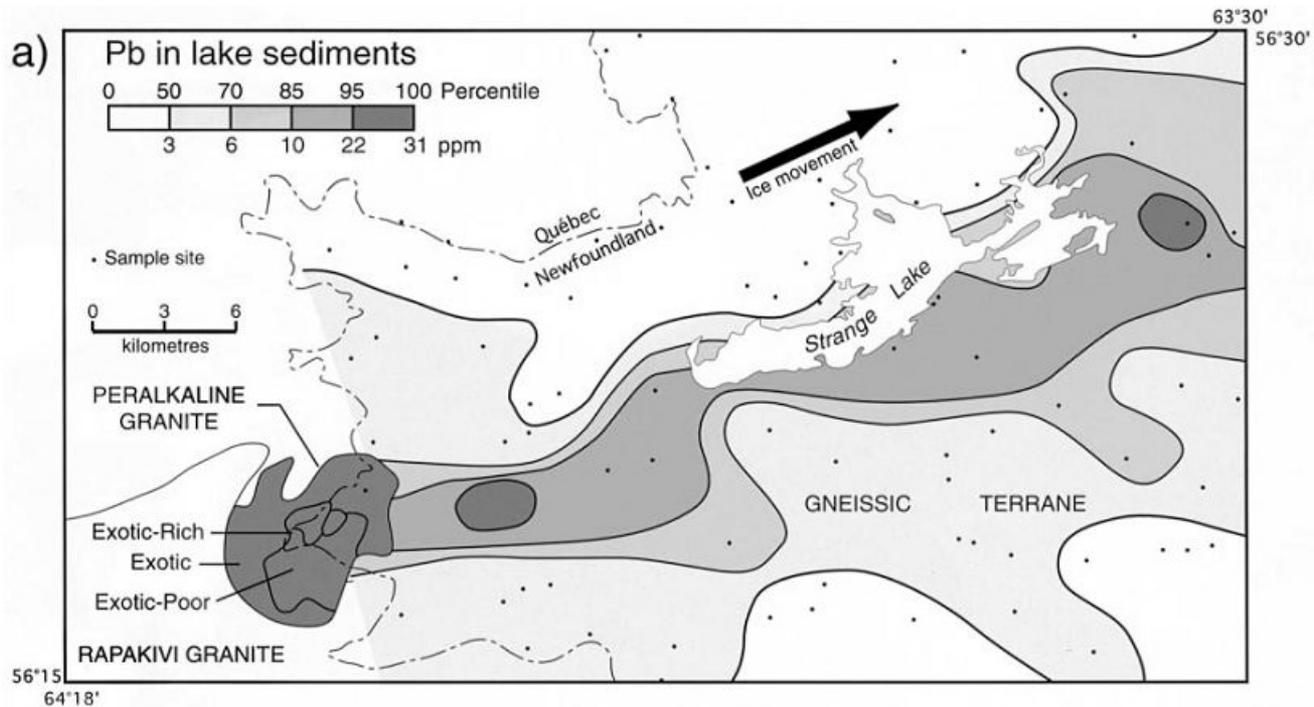
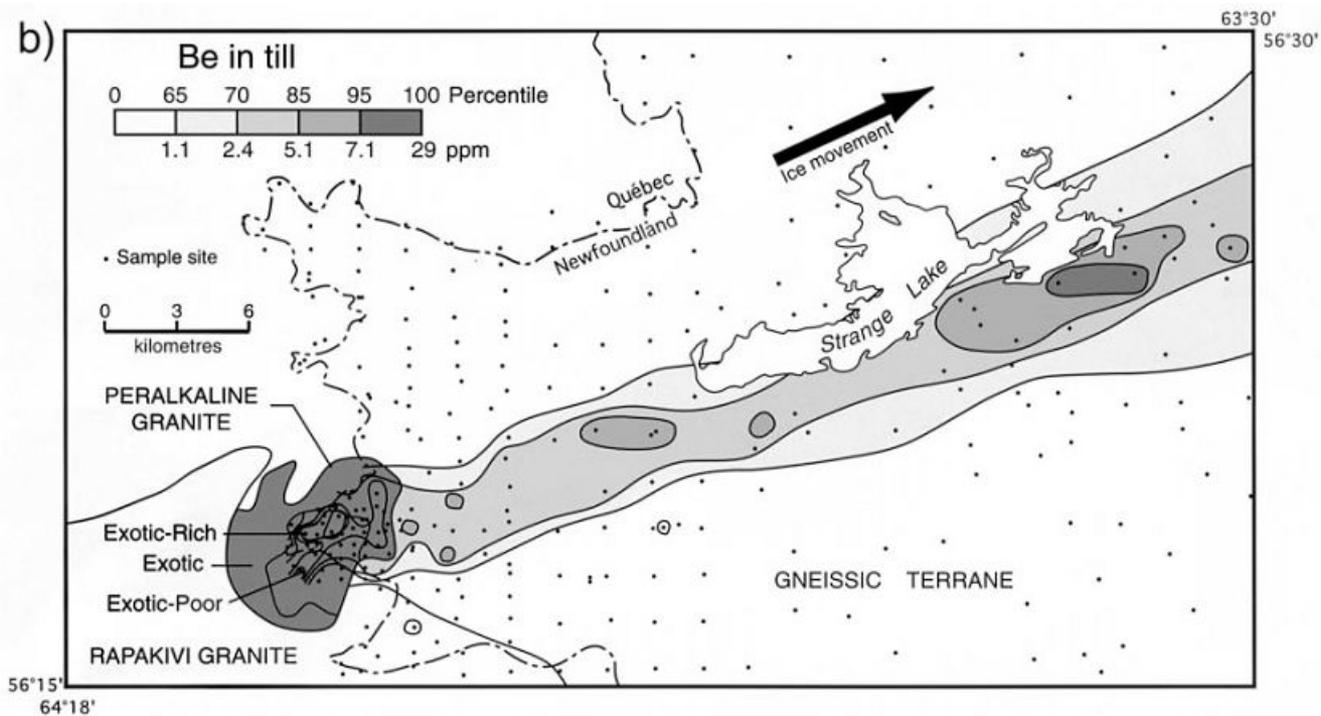


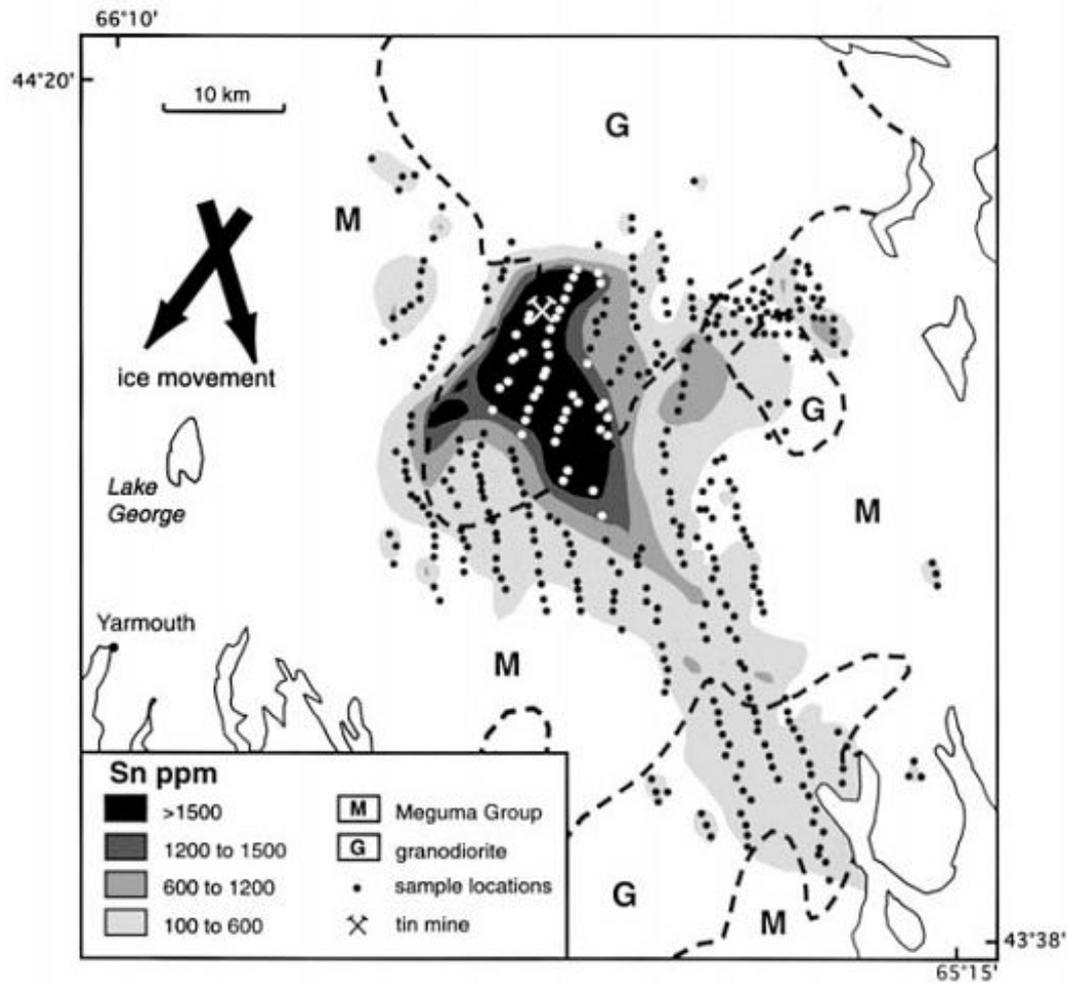
Геохимические поиски. Региональные работы



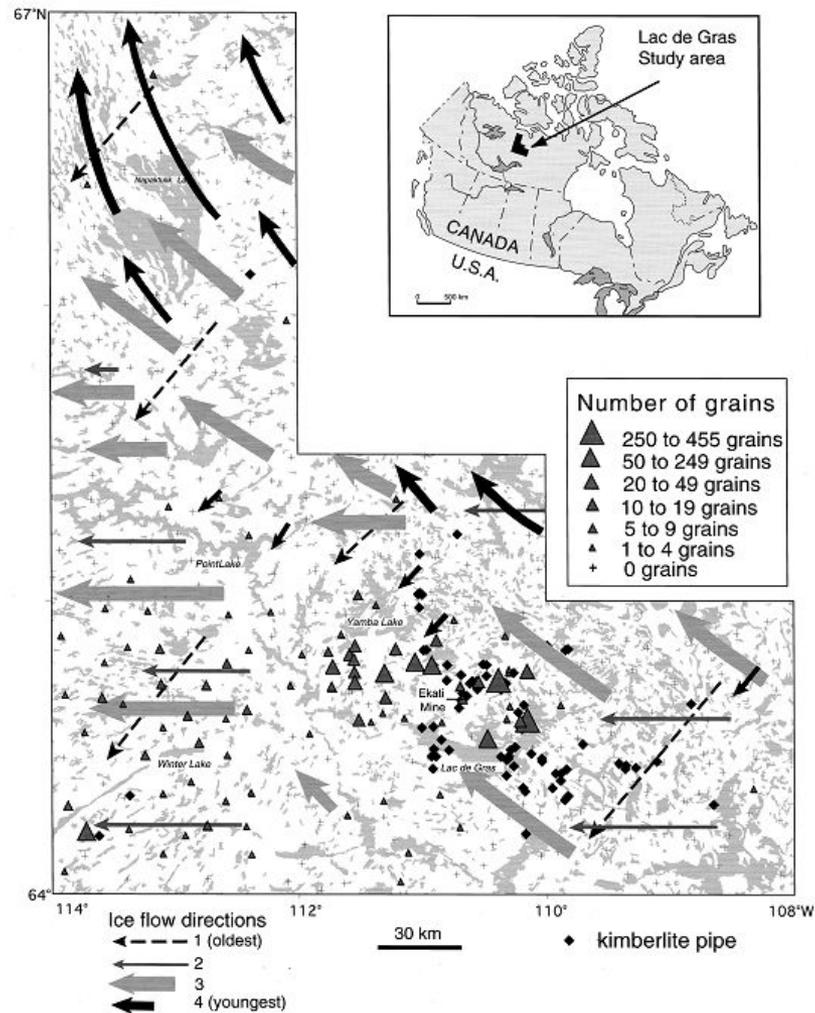
Геохимические поиски. Региональные работы



Геохимические поиски. Региональные работы



Геохимические поиски. Региональные работы



Геохимические поиски. Локальные работы

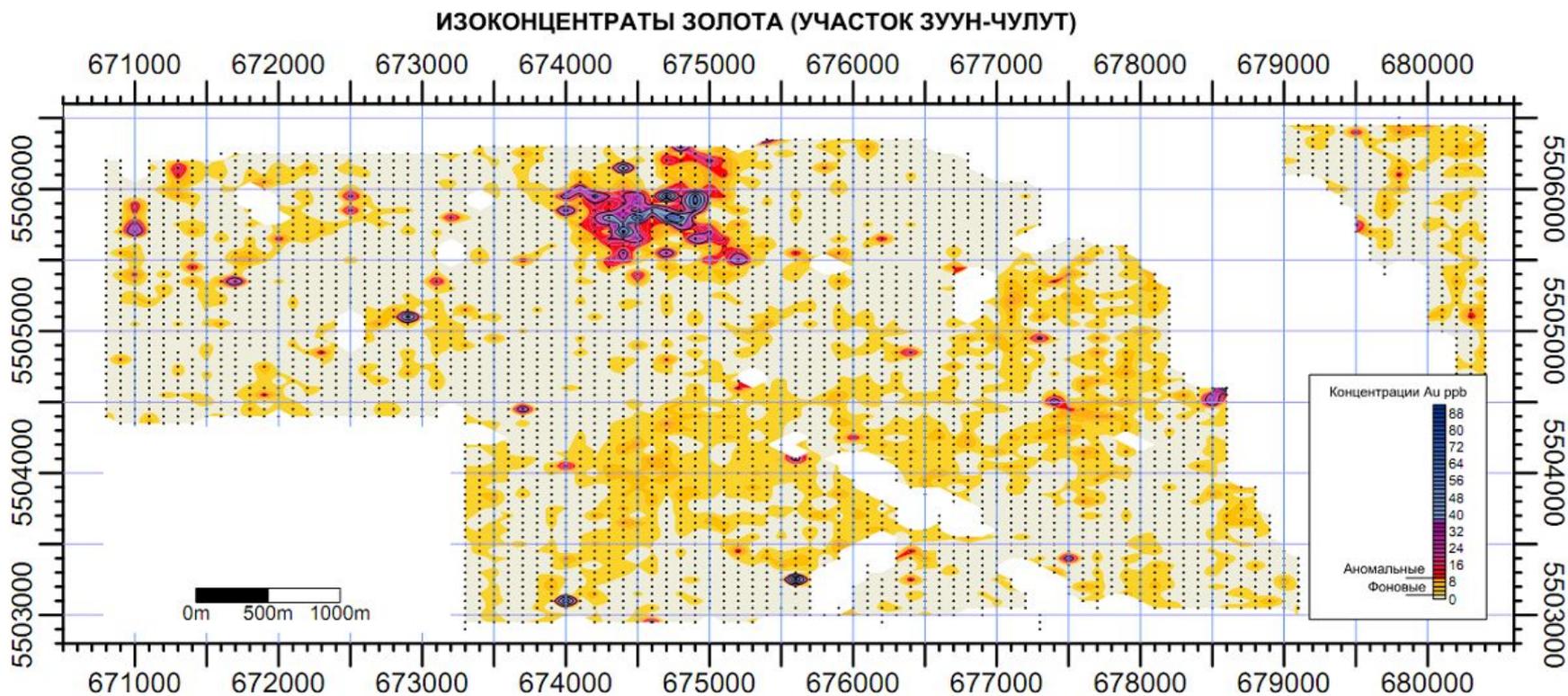


Рис.5. Распределение Au на участке Зуун-Чулут. Фоновые, концентрации, минимально-аномальное даны в таблице 3. Ураганные пробы заменены значением 80 ppb.

Геологическое строение региона

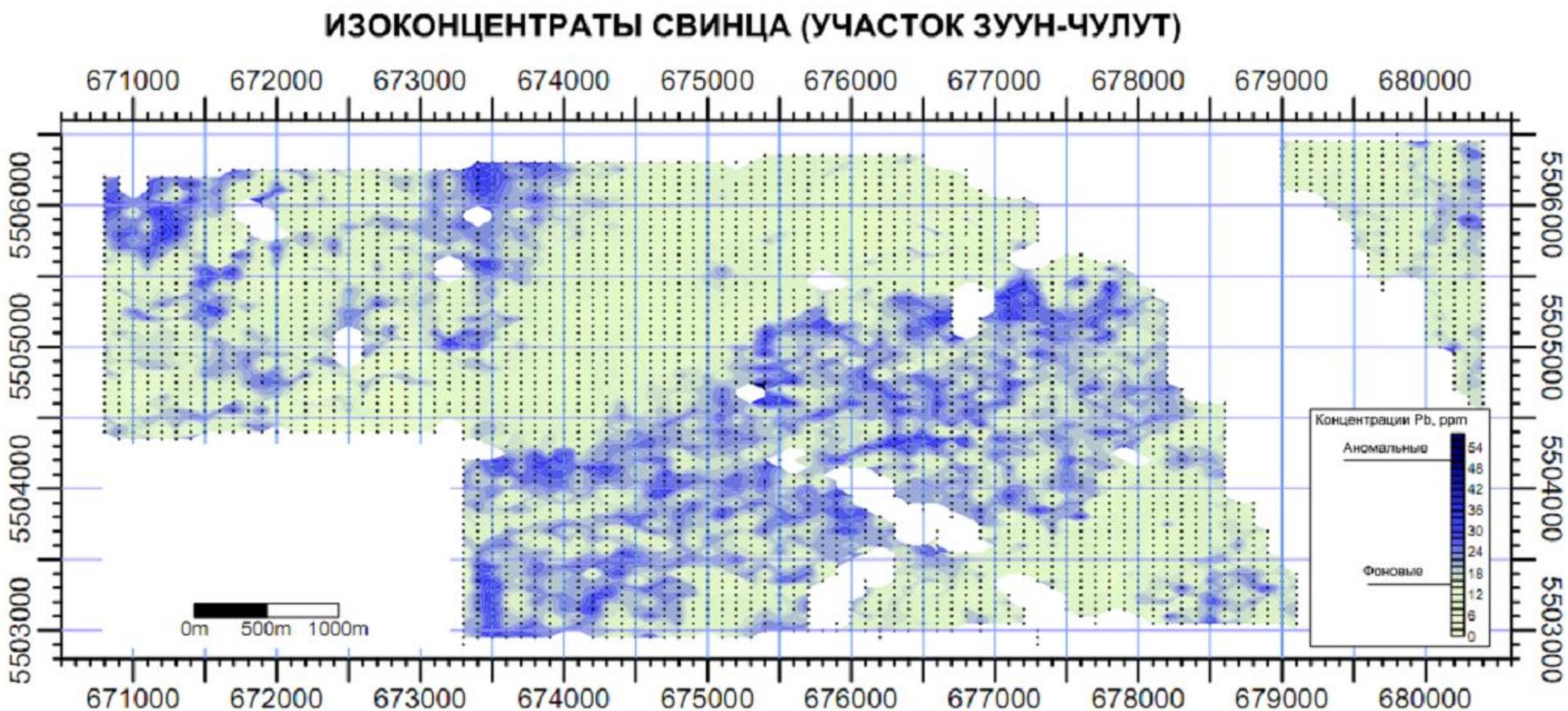


Рис.9. Распределение Pb.

Геологическое строение региона

ИЗОКОНЦЕНТРАТЫ ЦИНКА (УЧАСТОК ЗУУН-ЧУЛУТ)

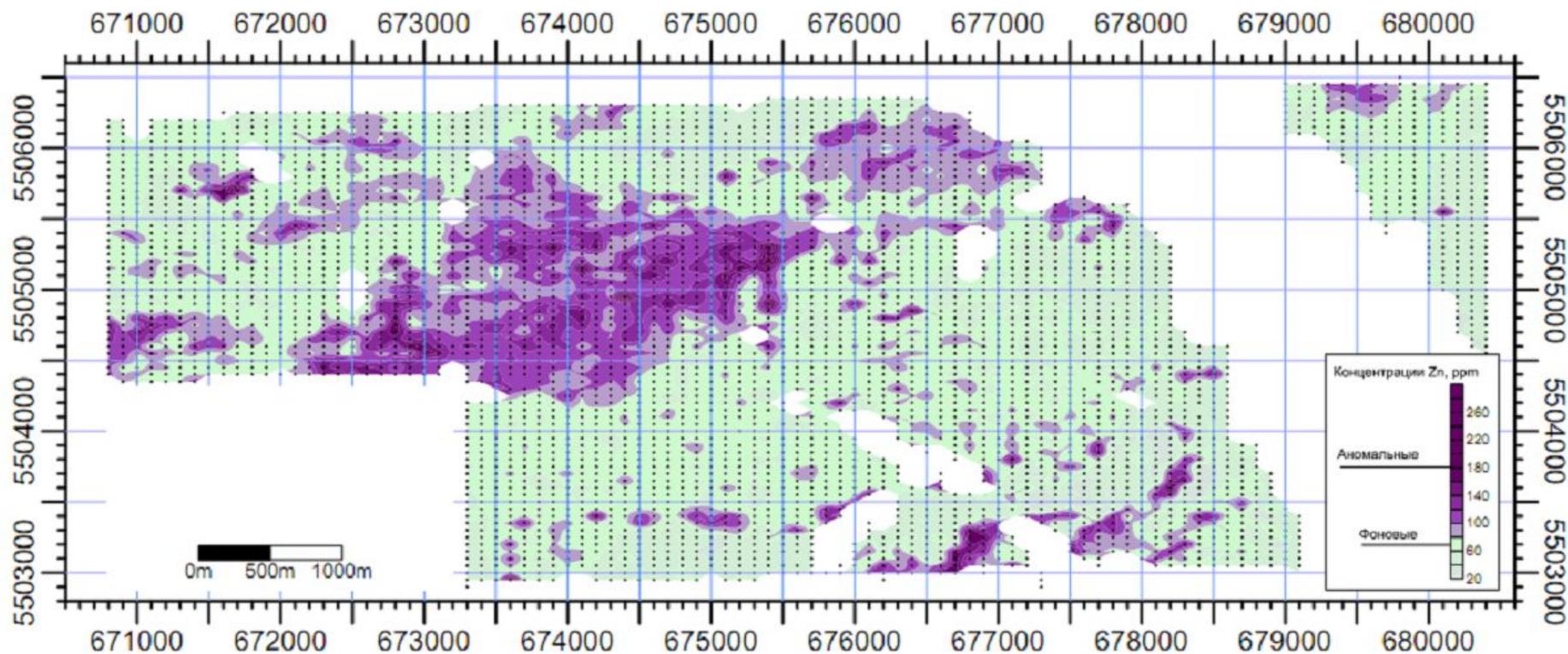


Рис.10. Распределение Zn.

Карта ассоциаций элементов

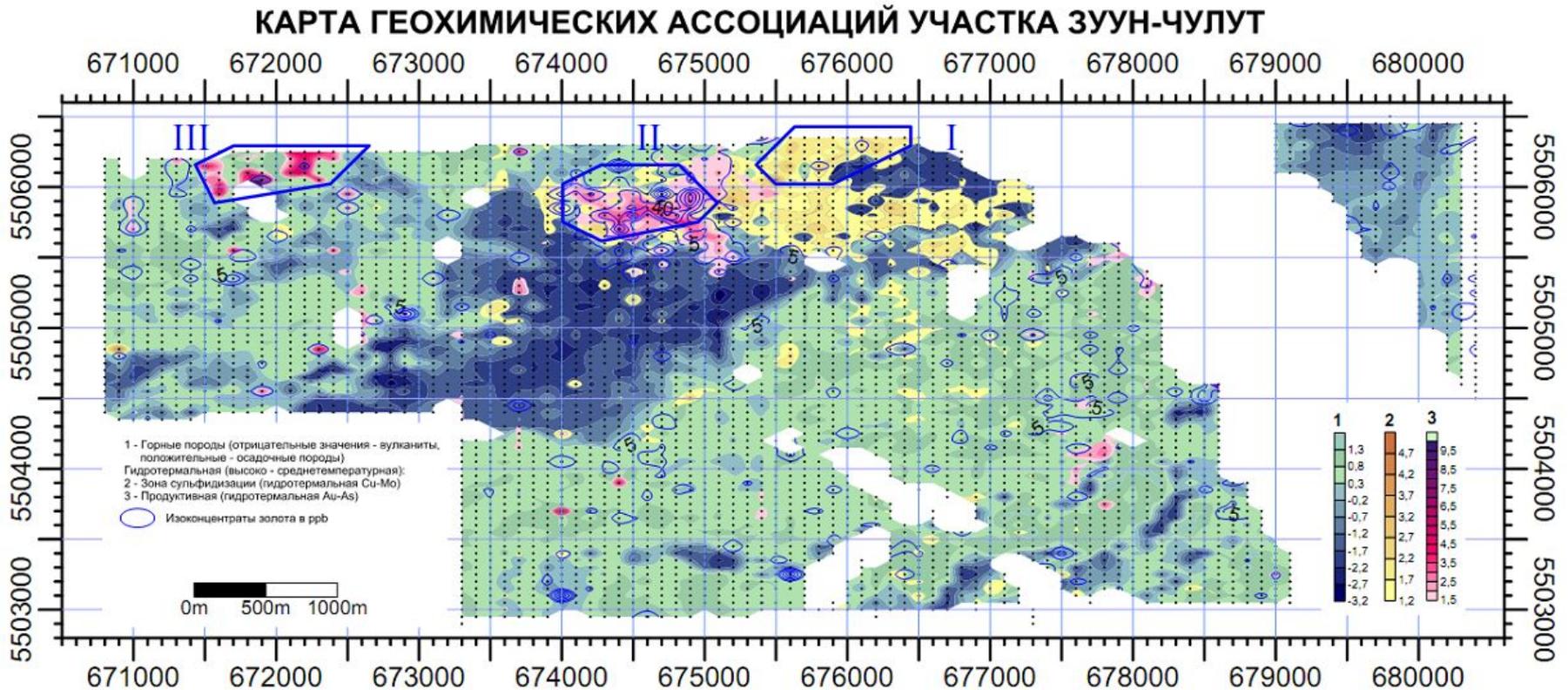


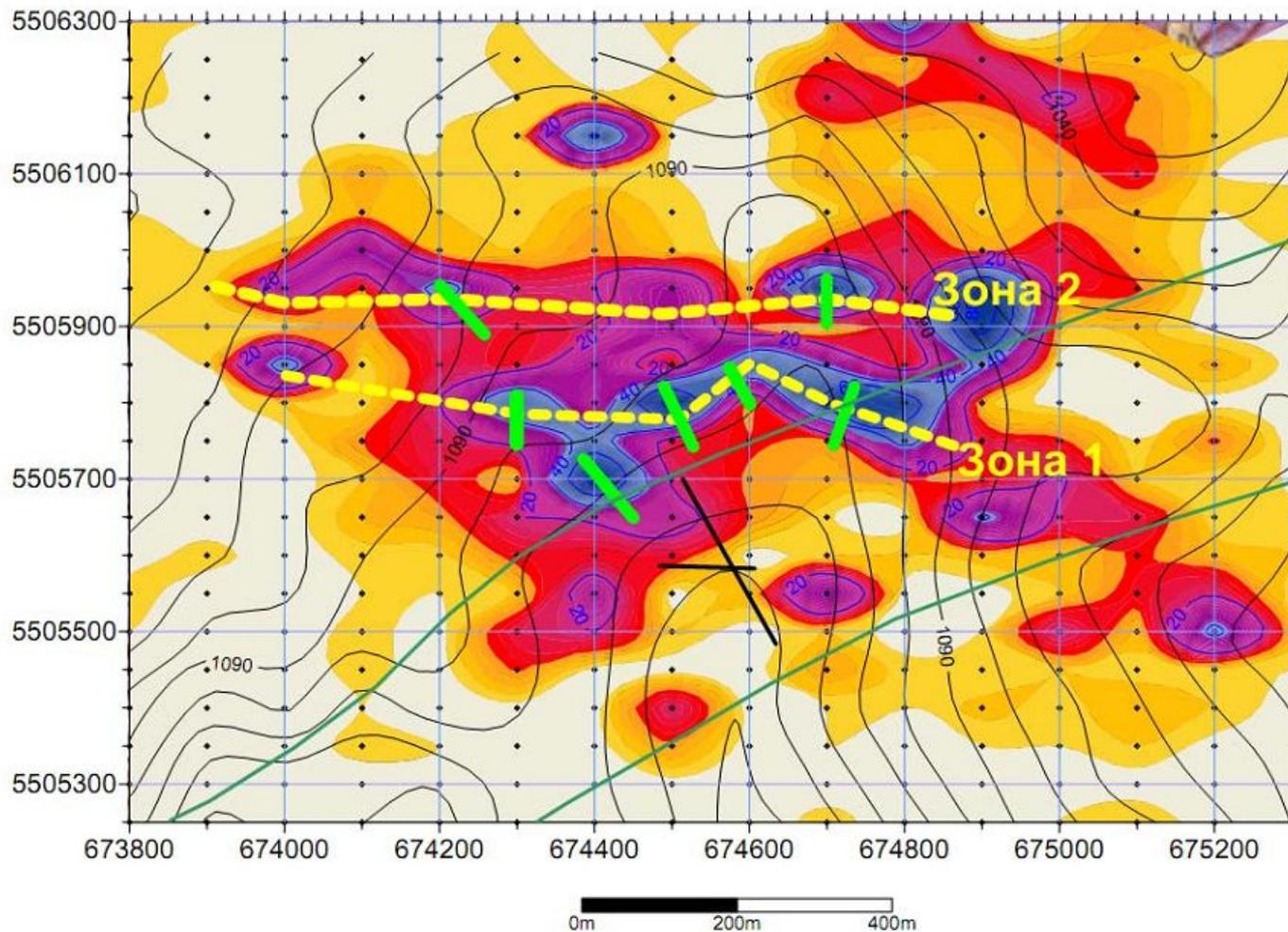
Рис.11. Карта геохимических ассоциаций. Распределение Cu-Mo и Au-As ассоциаций.

Толстой синей линией оконтурены участки рудного объекта с разным уровнем эрозионного среза: I – повышенный; II – умеренный; III – незначительный.

Ассоциации элементов – рудные формации и стадийность рудообразования

Фактор	Генетическая интерпретация	Ассоциации элементов																									
		SiO ₂	Ba	K ₂ O	Pb	As	Be	Au	MnO	Zr	Mo	FeO	TiO ₂	V	CaO	Sc	Sr	MgO	P ₂ O ₅	Ni	Co	Y	Zn	Al ₂ O ₃	Nb	Li	Se
1	Вариации составов горных пород	0,95 0,72 0,69 0,56 0,46 0,29 0,20 0,12 0,11 0,10																									
		-0,96 -0,95 -0,95 -0,93 -0,92 -0,87 -0,87 -0,86 -0,86 -0,80 -0,80 -0,78 -0,63 -0,54 -0,25 -0,24 -0,18 -0,10																									
4	Гидротермальная 1 высокотемпературная Cu-Mo (Сульфиды Cu, Mo, Fe)	Cu S Mo Co FeO																									
		0,21 0,17 0,15 0,10 0,10																									
		-0,65 -0,58 -0,49 -0,32 -0,31 -0,31 -0,28 -0,24 -0,18 -0,12 -0,12 -0,11 -0,10 -0,10																									
6	Гидротермальная 2, среднетемпературная Золото-мышьяковистая (золото+арсенопирит)	S Cd Au As																									
		0,58 0,44 0,41 0,24																									
		Mo MnO Se Li Sb																									
7	Гидротермальная 3 низкотемпературная Теллуриды меди	S Cu Te																									
		0,26 0,21 0,12																									
		Cd Mo Se Na ₂ O MnO Nb																									
8	Гидротермальная 4 низкотемпературная Сульфосоли и теллуриды меди с золотом	Mo Te Cu Au Sb																									
		0,61 0,26 0,22 0,20 0,19																									
		Pb As Co Na ₂ O Li Se MnO																									
9	Гидротермальная 5 низкотемпературная Сульфосоли меди и селениды золота	Au Cu Sb Cd Se																									
		0,41 0,19 0,16 0,11 0,10																									
		S Mo Na ₂ O As Li Pb																									
-0,53 -0,42 -0,22 -0,18 -0,16 -0,10																											

Поиск рудных тел



Оценка уровня эрозионного среза и перспективности рудного объекта

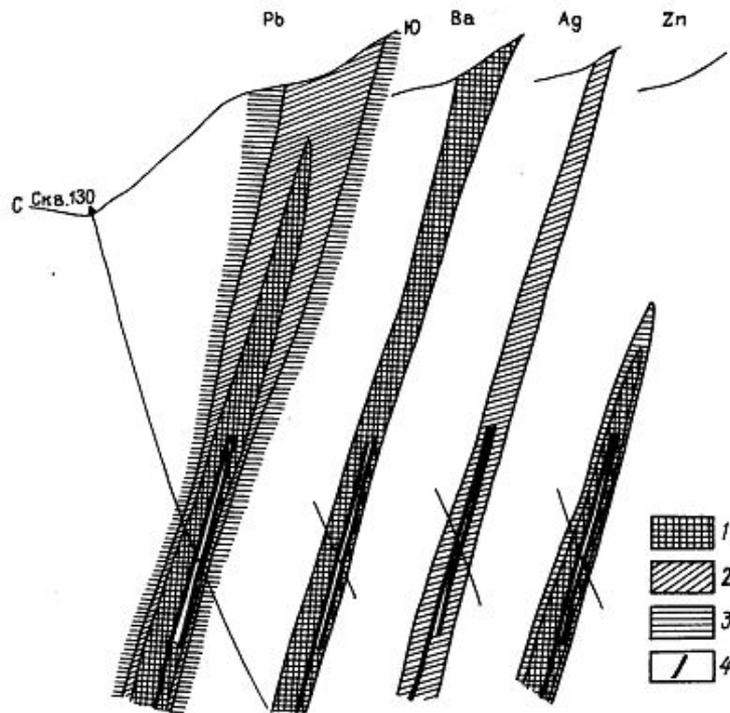


Рис. 6. Первичные геохимические ореолы Pb, Ba, Ag и Zn. Разрез полиметаллического месторождения Яман-Сай. По Г.Э. Федотовой.
1-3-убывающие градации содержаний индикаторов в ореоле; 4-рудное тело

Ряды осевой (фронтальной) зональности первичных ореолов месторождений колчеданной формации

Геохимический тип	Число месторождений	Ряды зональности (от тыловых зон к фронтальным)
Серно-колчеданный	3	Mo_1^+ - Co - Bi - Cu ₁ - Zn - Pb - Ag - Ba ₂ - As ₂
Медно-колчеданный	12	Co - Mo ₁ , Sn ₁ - Ba ₁ - Ni - Bi - Cu ₁ - Mo ₂ - Zn - As ₂ - Ge - Ag - Pb - Ba ₂
Медно-цинковый	21	W - Sn ₁ - Mo ₁ - Co - Ba ₁ - Ni - As ₁ - Bi - Cu ₁ - Zn - Cd - Sb - Sn ₂ - Mo ₂ - As ₂ - Pb - Ge - Ag - Ba ₂ - Mn - Hg - I
Цинково-колчеданный	12	Co - Mo ₁ - As ₁ - Ni - Cu ₁ - Mo ₂ - Bi - Zn - Cd - Pb - As ₂ - Ag - Ba ₂ - Hg - I
Медно-свинцово-цинково-баритовый	12	Sn ₁ - Co - Ba ₁ - Mo ₁ - As ₁ - Bi - Cu ₁ - Zn - Cd - Pb - Ag - Sn ₂ - Sb - As ₂ - Ba ₂
Медно-свинцово-цинковый многосернистый	15	W - Mo ₁ - Sn ₁ - Co - Ba ₁ - Ni - Au ₁ - Bi - Cu ₁ - As ₁ - Zn - Cd - Pb - Cu ₂ - Ag - As ₂ - Mo ₂ - Sb - Sr - Ba ₂ - Hg
малосернистый	9	W - Co - Sn ₁ - Ni - Mo ₁ - Ba ₁ - Bi - Cu ₁ - As ₁ - Cd - Zn - Ag - Pb - Sb - As ₂ - Sr - Mo ₂ - Ba ₂
Свинцово-цинковый	7	W - Sn ₁ - Mo ₁ - Co - Ni - Ba ₁ - As ₁ - Bi - Cu ₁ - Au ₁ - Cd - Zn - Pb - Mo ₂ - Ag - As ₂ - Sr - Ba ₂ - Hg
Барит-полиметаллический комплексный	6	Ni - W - Co - Mo ₁ - Sn ₁ - Bi - As ₁ - Cu ₁ - Au ₁ - Ti - Zn - Mo ₂ - Cd - Ge - Sb - Pb - Au ₂ - As - Ag - Cu ₂ - Ba ₂ - Sr - Hg
Формация в целом (в скобках дан % месторождений)	98	W Mo ₁ Sn ₁ Co Ni Ba ₁ Be As ₁ (9) (93) (32) (93) (22) (11) (1) (18) Bi Cu ₁ Au ₁ Ti Zn Cd Mo ₂ (38) (100) (4) (2) (100) (30) (12) Ge Au ₂ Pb Sn ₂ Sb As ₂ Ag (4) (4) (99) (3) (11) (38) (83) Cu ₂ Sr Ba ₂ Mn Hg I (3) (8) (83) (1) (11) (4)

Оценка объема рудной минерализации

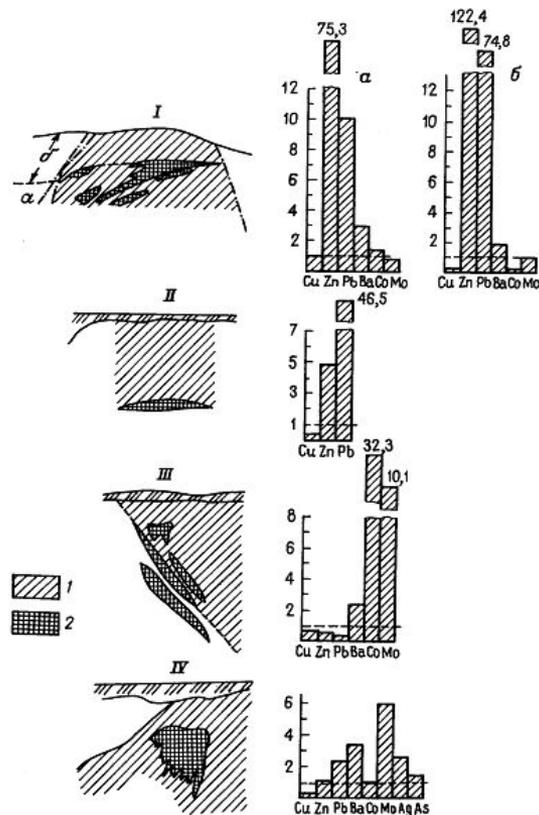
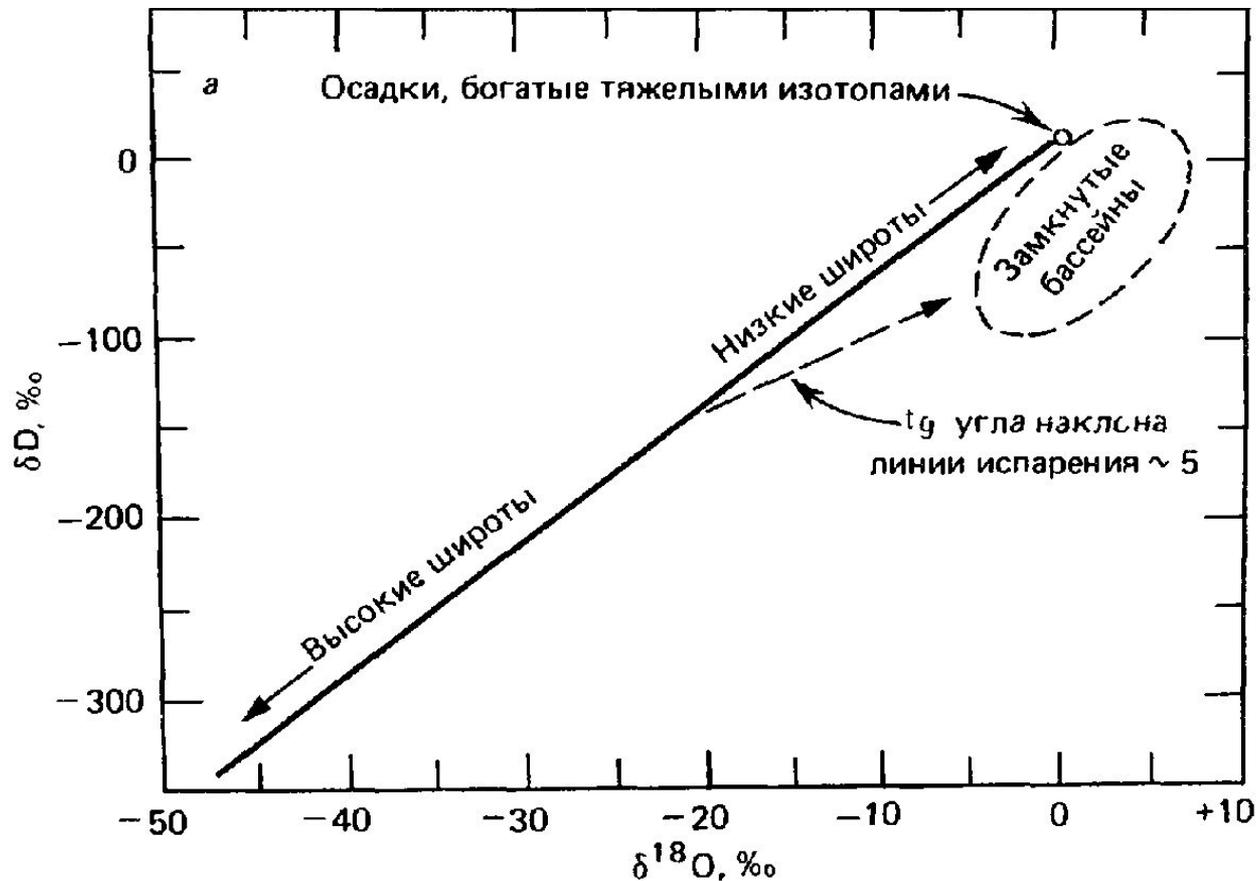


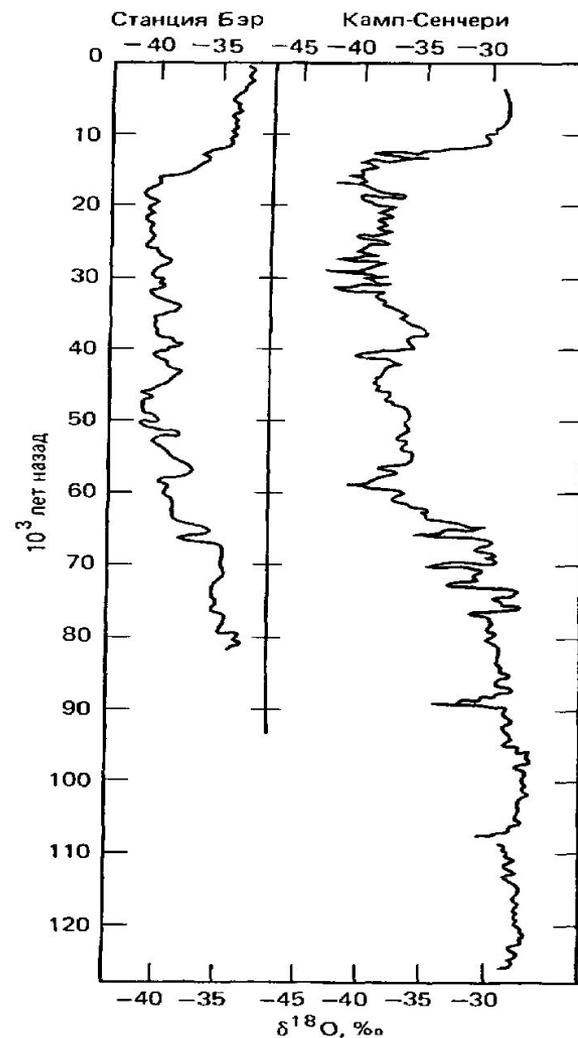
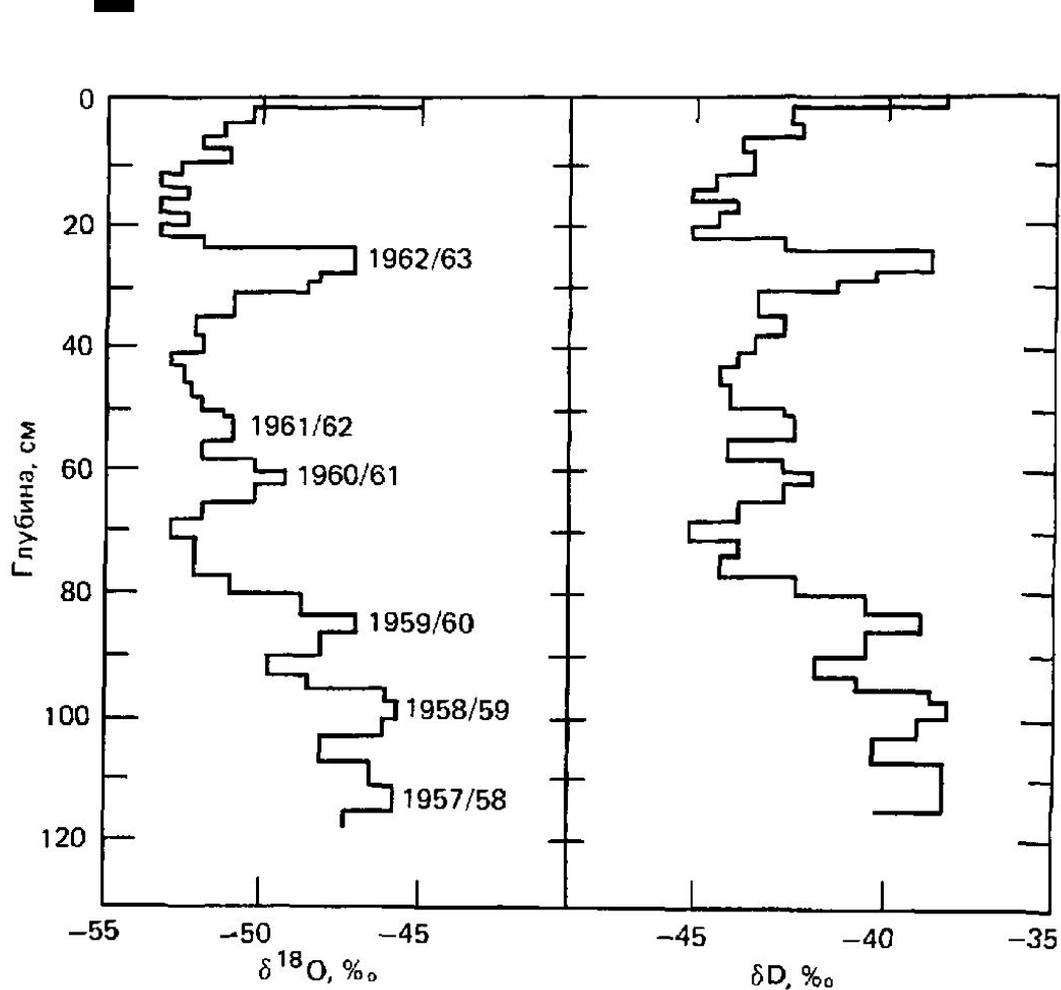
Рис. 5. Соотношение запасов металлов в рудных телах (принятых за единицу) и первичных геохимических ореолах Маднеловского (I), Ленингородского, Быструшинская залежь (II), Гайского (III) и Озерного (IV) месторождений:
 1 - площадь ореола, в пределах которой подсчитывались запасы; 2 - рудное тело; зоны: а - подрудная, б - надрудная

Палеоклимат и эволюция состава морской воды

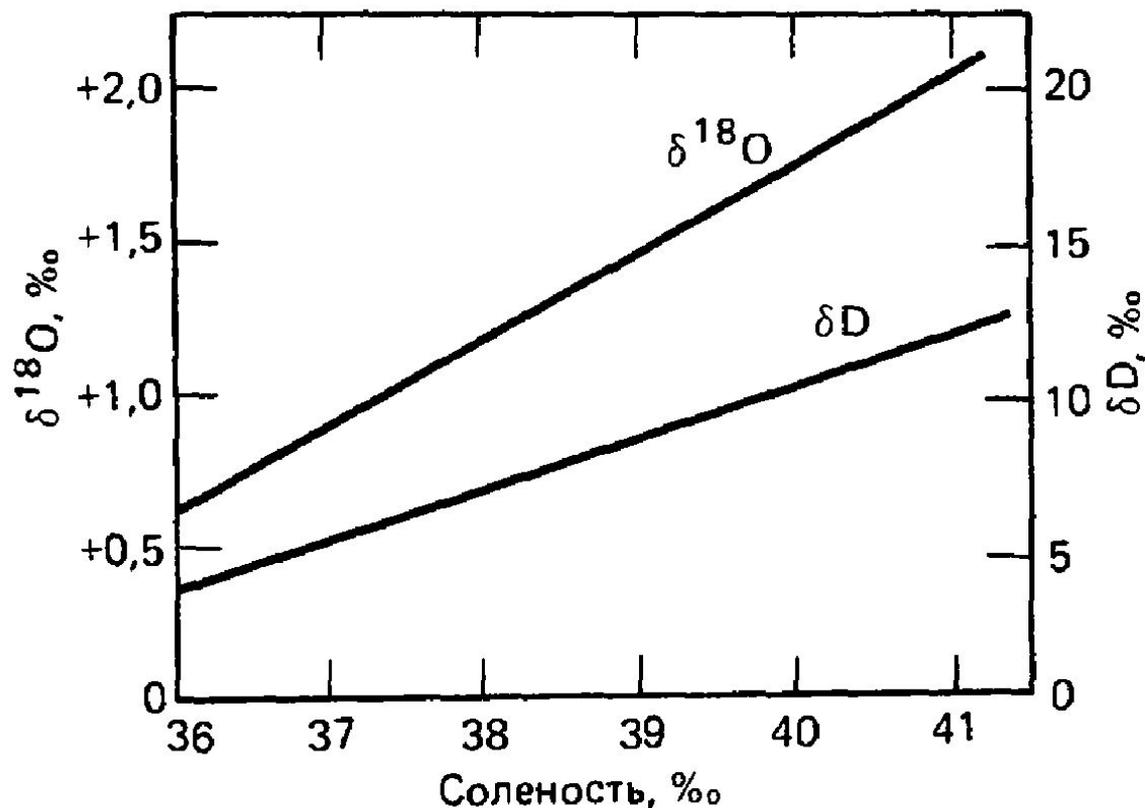


Изменение доли D и ^{18}O при конденсации водяного пара

Изменение климата

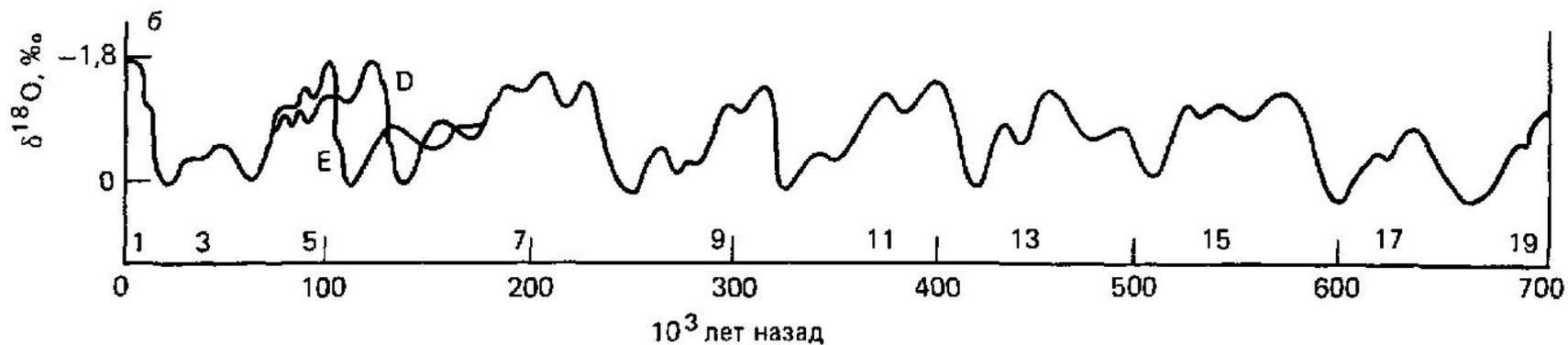
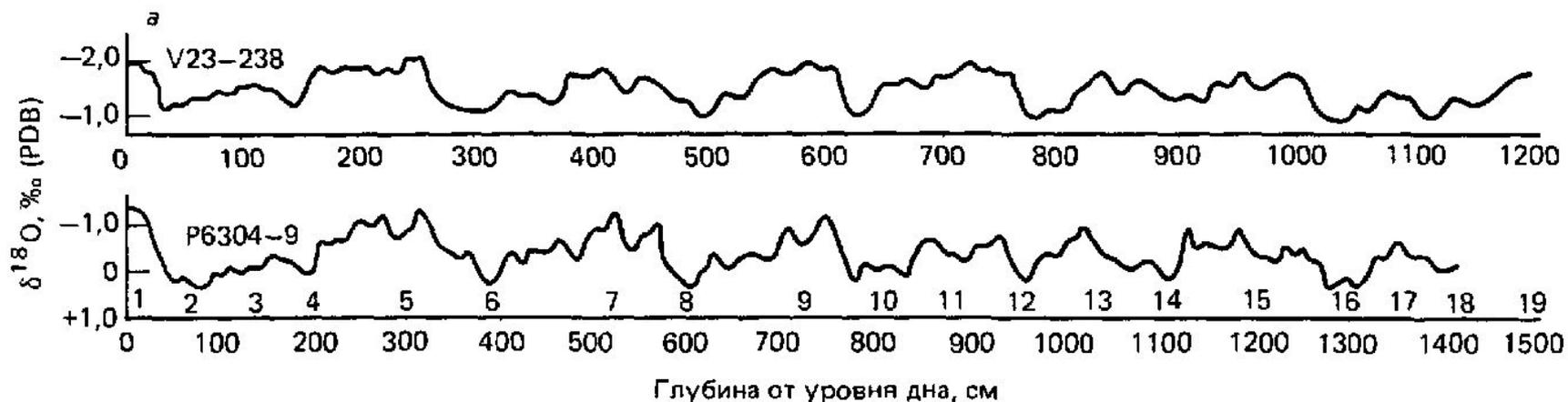


Влияние солености на изотопный состав воды

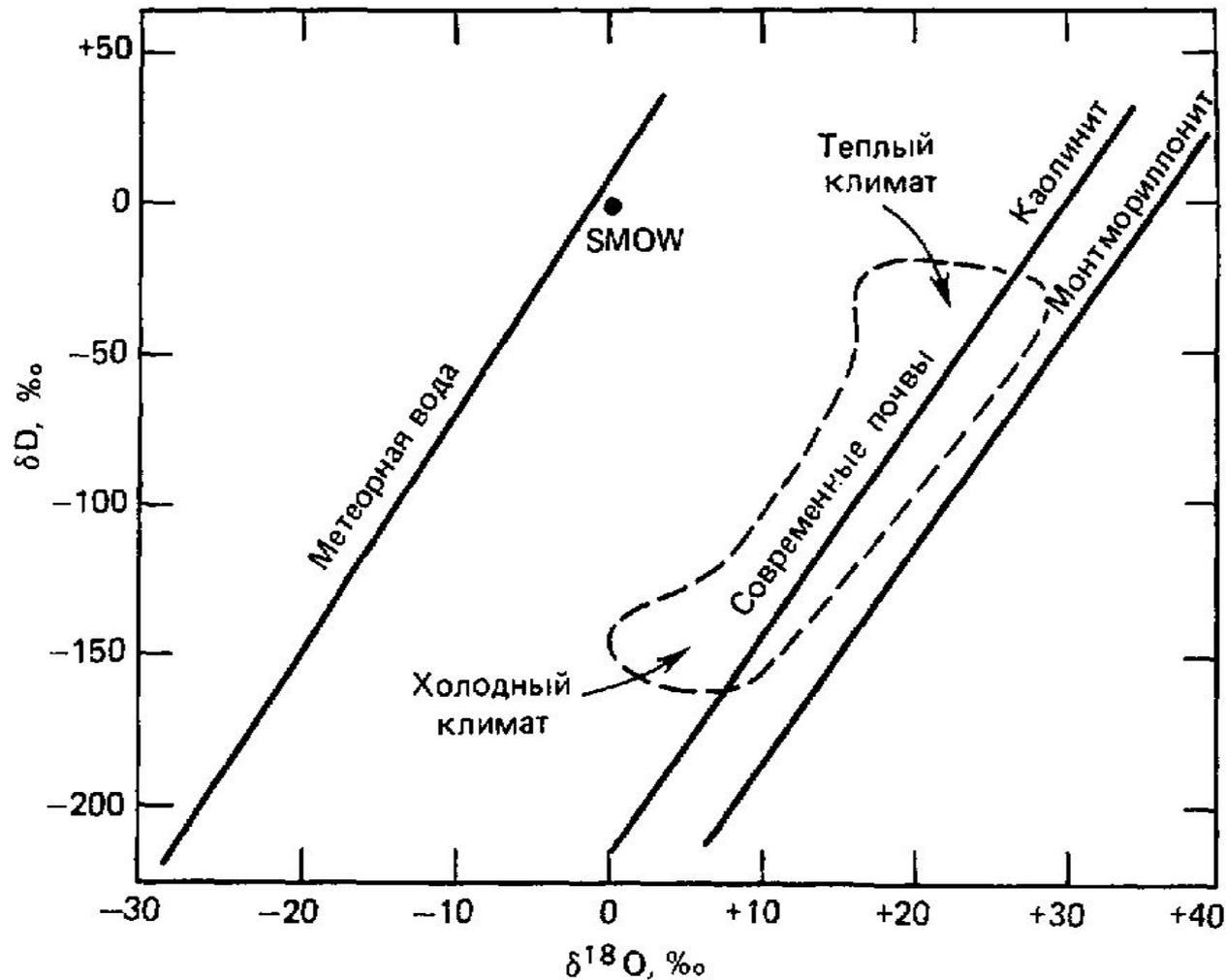


Изотопия кислорода в морской воде зависит от количества воды накопленной на континенте в виде льда, обогащенного $\delta^{16}\text{O}$. От этого же будет зависеть соленость воды, способствующая концентрированию $\delta^{18}\text{O}$. В связи с этим, изотопный состав карбонатов будет контролироваться температурой воды.

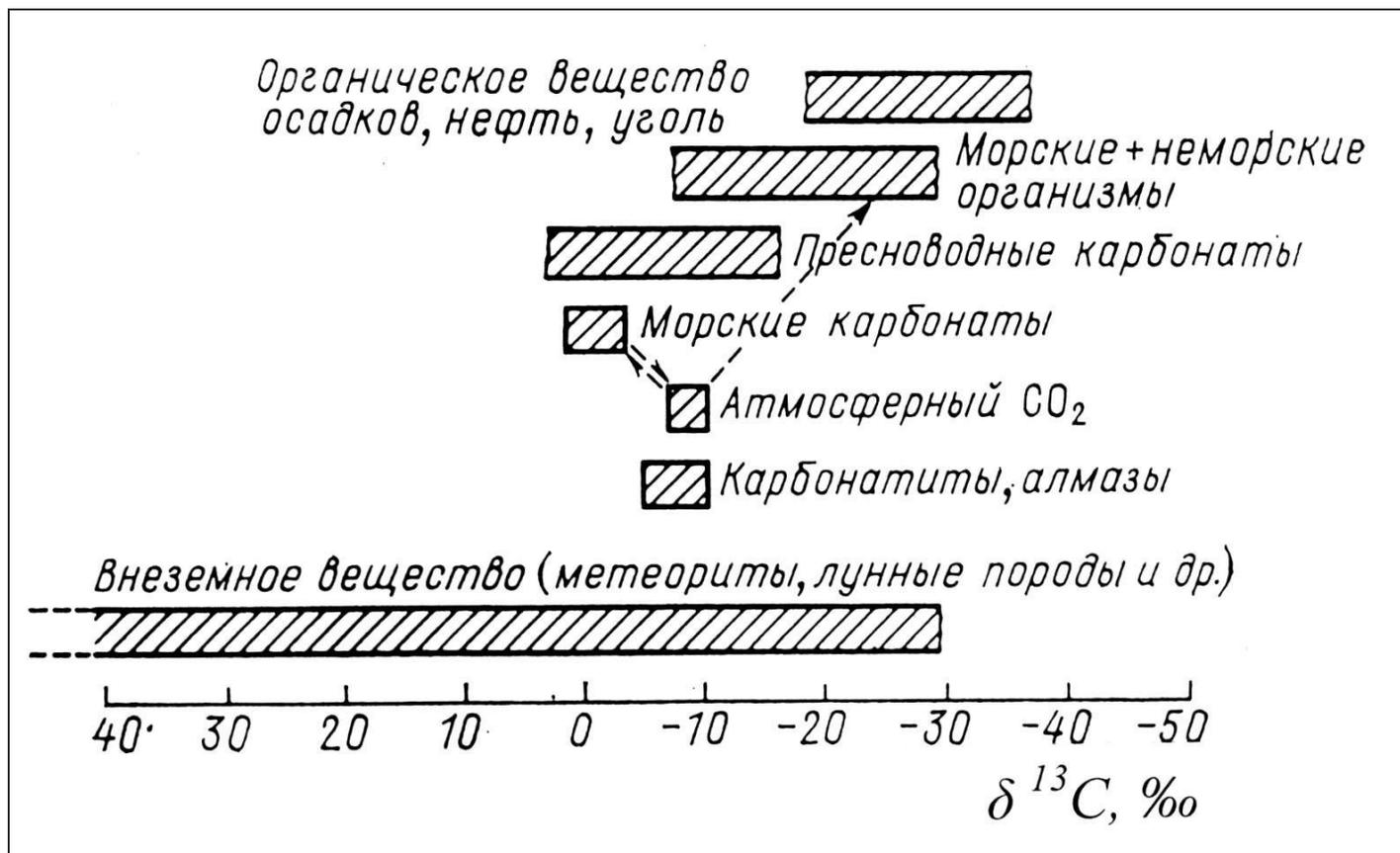
Изменение температуры воды во времени



Условия образования осадочных пород.



Вариации изотопного состава углерода в его наиболее распространенных соединениях



Фракционирование углерода

Фракционирование углерода происходит в процессе фотосинтеза, в результате которого атмосферная углекислота поглощается живыми растениями.



В ходе фотосинтеза ткани растения значительно обогащаются ^{12}C относительно атмосферной углекислоты. В атмосфере $\delta^{13}\text{C}$ составляет -7‰ .

В соответствии со значениями $\delta^{13}\text{C}$ все растения могут быть подразделены на большие группы: наземные с $\delta^{13}\text{C} = -24$ до -34‰ ; водные растения, растения пустынь и солончаков $\delta^{13}\text{C} = -6$ до -19‰ ; водоросли, лишайники $\delta^{13}\text{C} = -12$ до -23‰ .

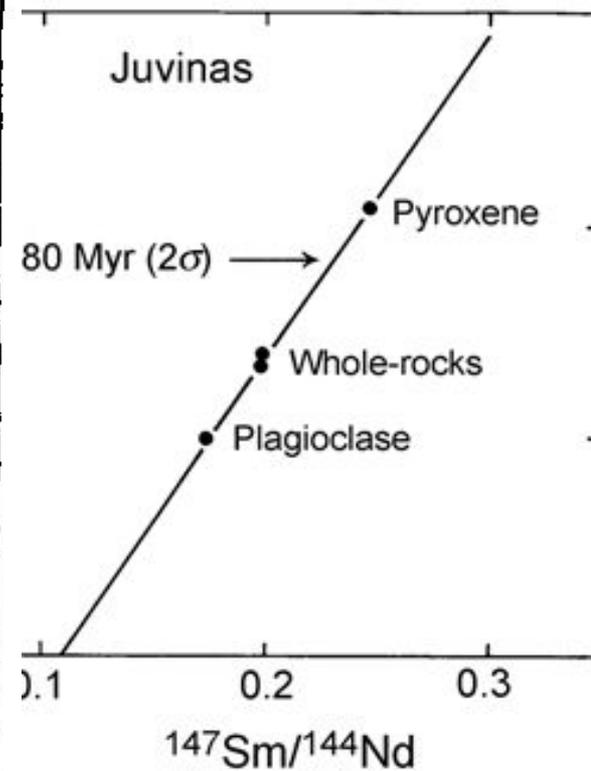
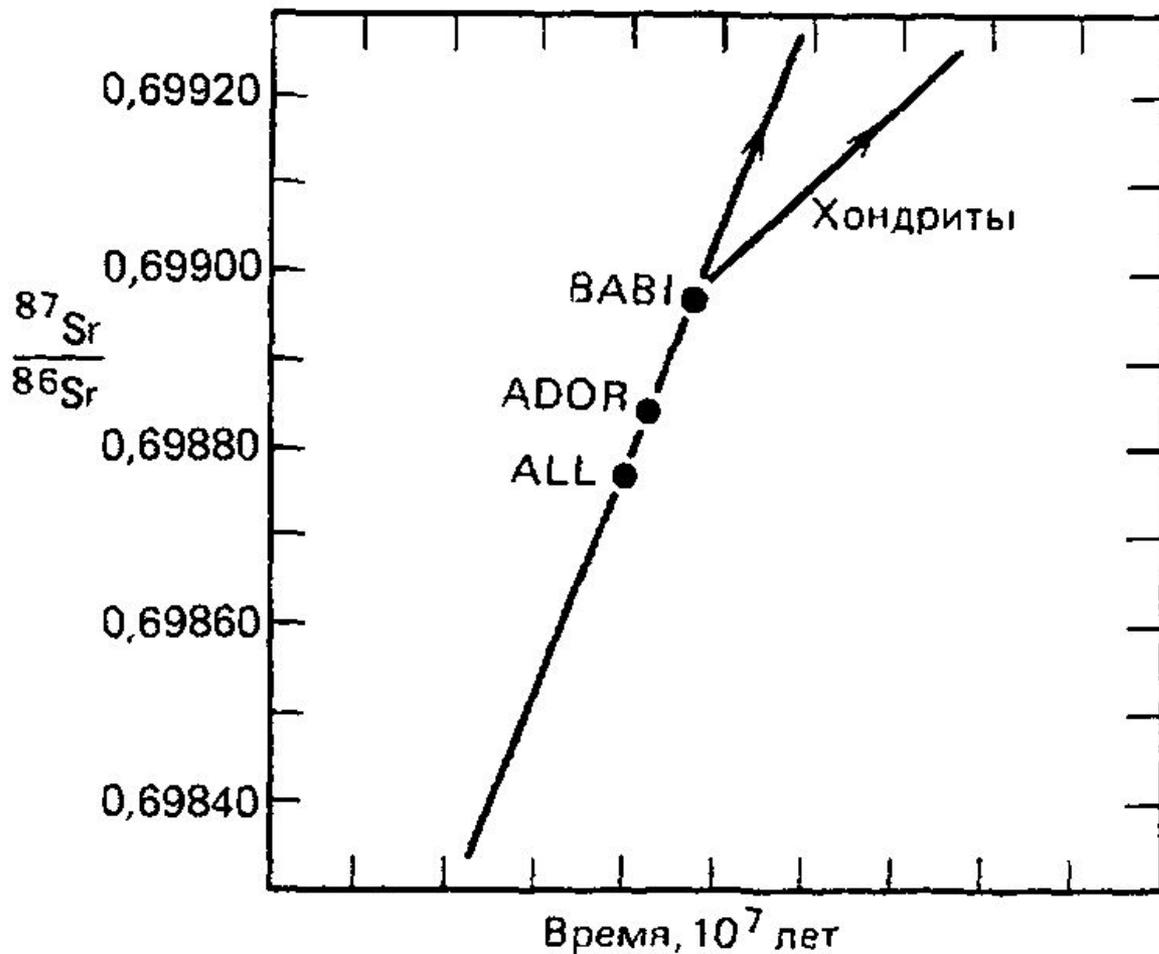
Горючие ископаемые

Углерод содержащийся в горючих полезных ископаемых (нефть, природный газ, уголь) значительно обогащен ^{12}C . Это соответствует представлениям о биогенном происхождении таких веществ.

Среднее значение $\delta^{13}\text{C}$ в угле составляет примерно **-25 ‰** и близко к таковому современных растений. Это свидетельствует, что фракционирования изотопов при углефикации не происходит, а изотопный состав углерода растений из которых образовался уголь, подобен изотопному составу современных растений.

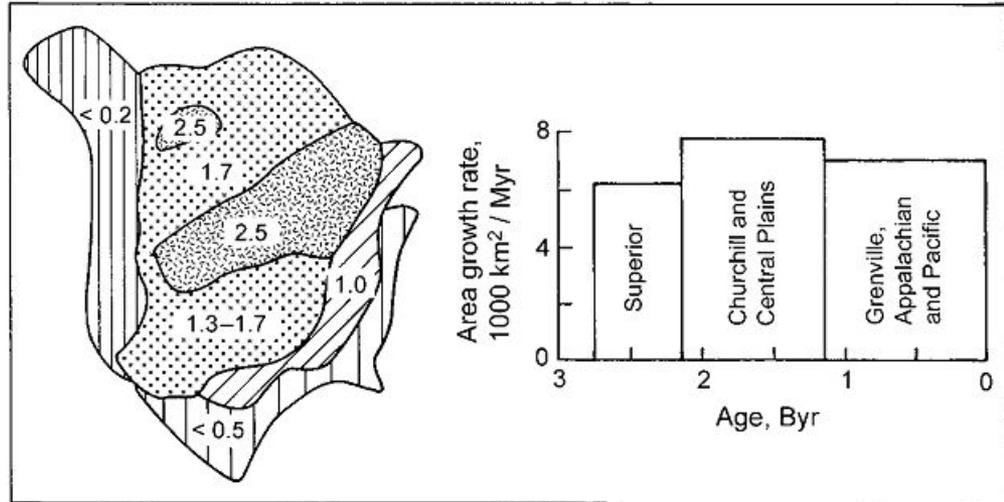
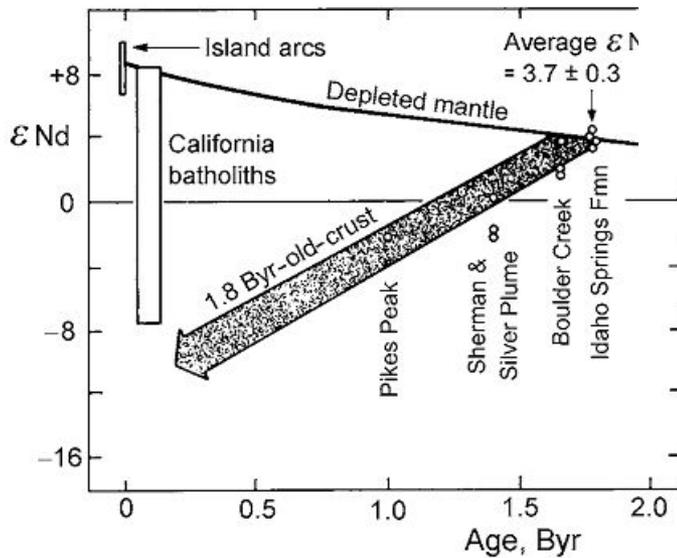
Значение $\delta^{13}\text{C}$ в нефти варьирует от **-18** до **-34 ‰**. Полагают, что нефть образовалась при разложении растений или животных отложившихся в морских бассейнах.

Возраст геологических объектов

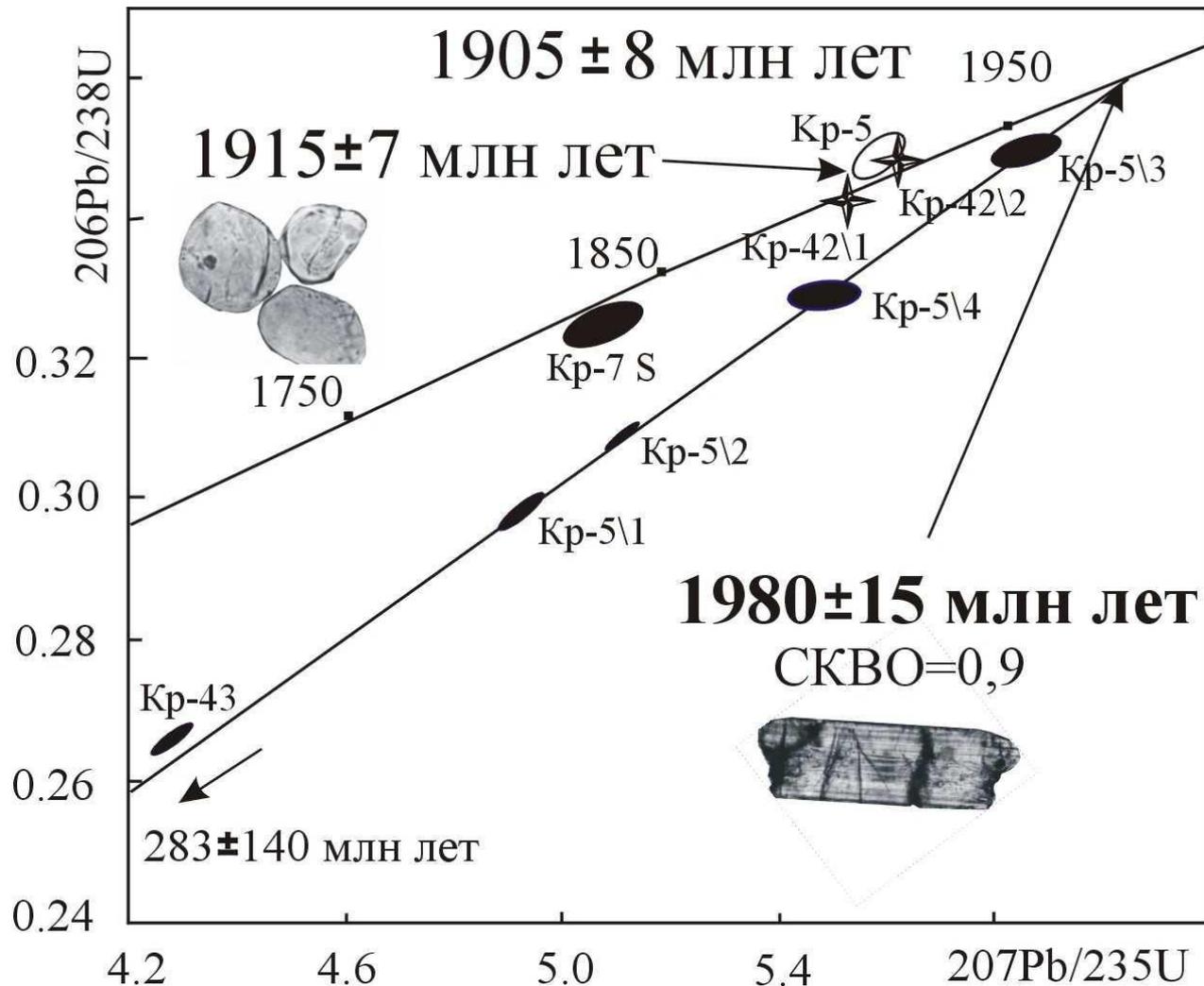


Возраст источников вещества.

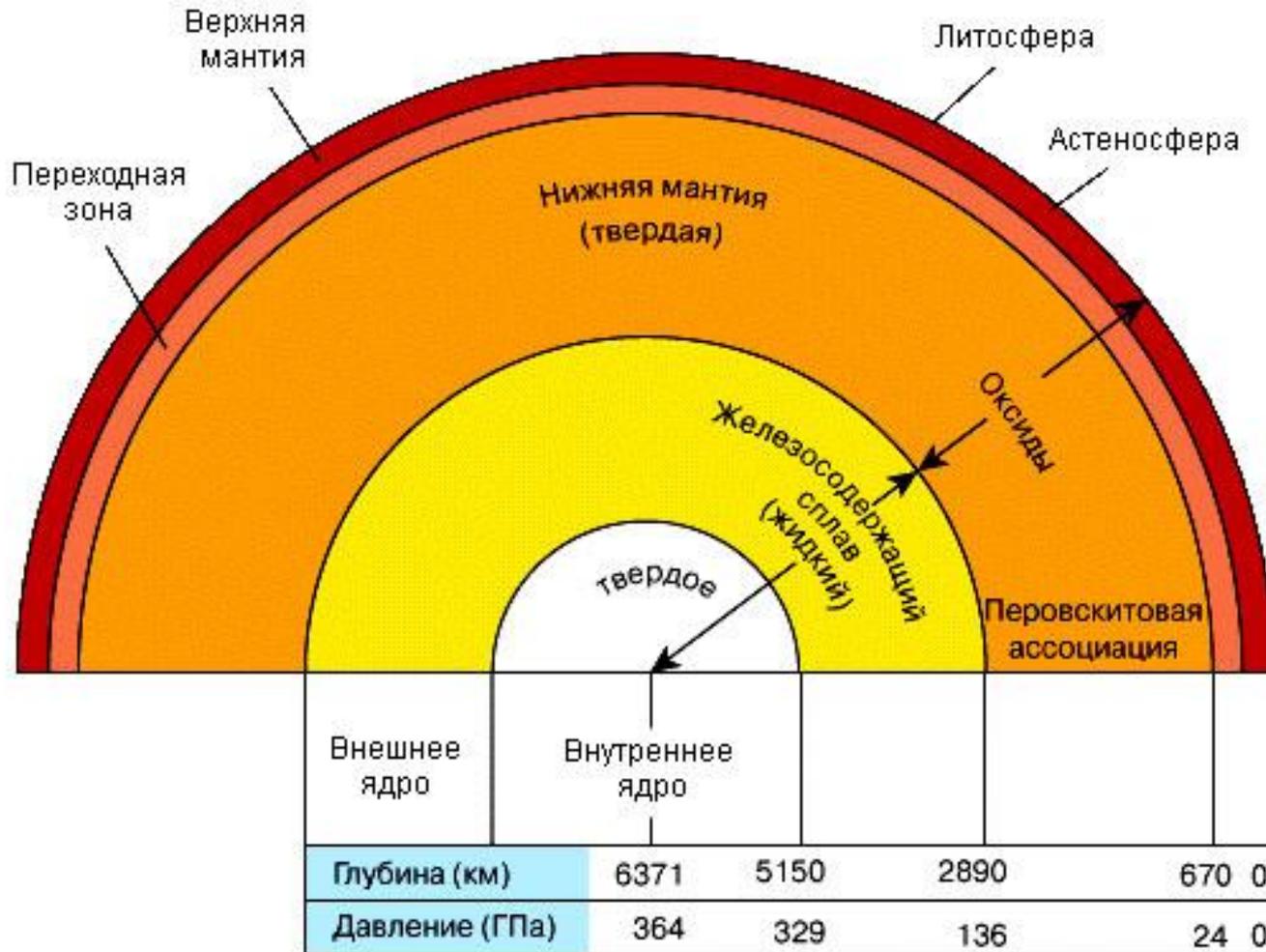
Строение фундамента континентальных блоков



Реконструкция геологической истории геологических объектов



Состав оболочек Земли

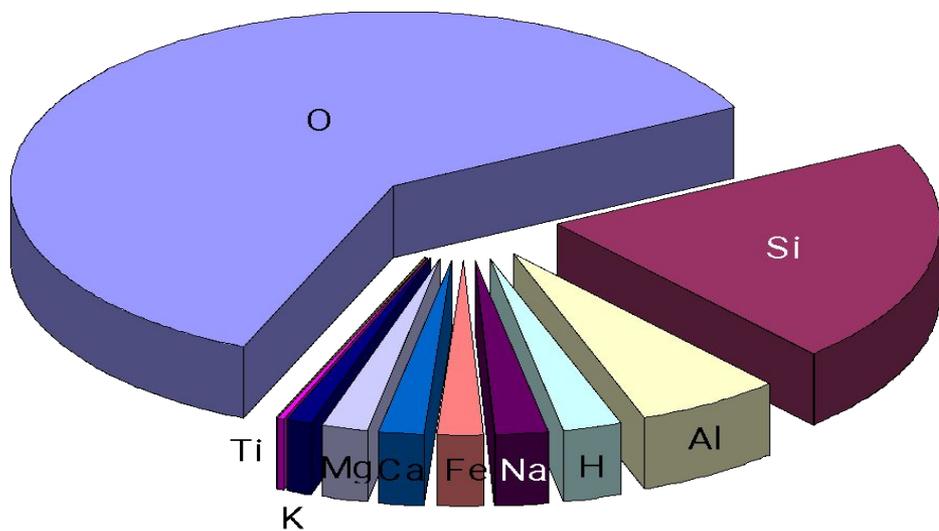


Химический состав континентальной коры

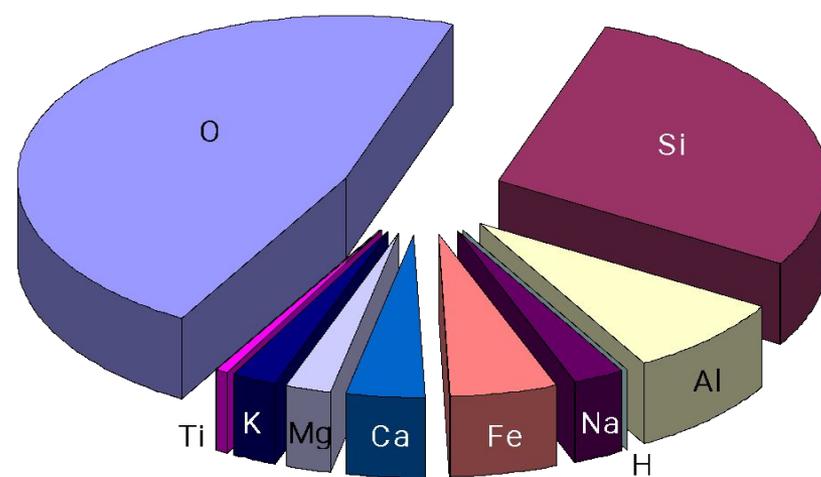
Химический состав коры формируется девятью химическими элементами – **O, Si, Al, Fe, Ca, Na, K, Mg, H**, составляющими в сумме 99% всей массы коры и именуемыми *породообразующими* или *петрогенными*.

Среди перечисленных породообразующих элементов абсолютно преобладает кислород, составляющий по массе 46,6%, а по атомному объему 91,77% (!) земной коры.

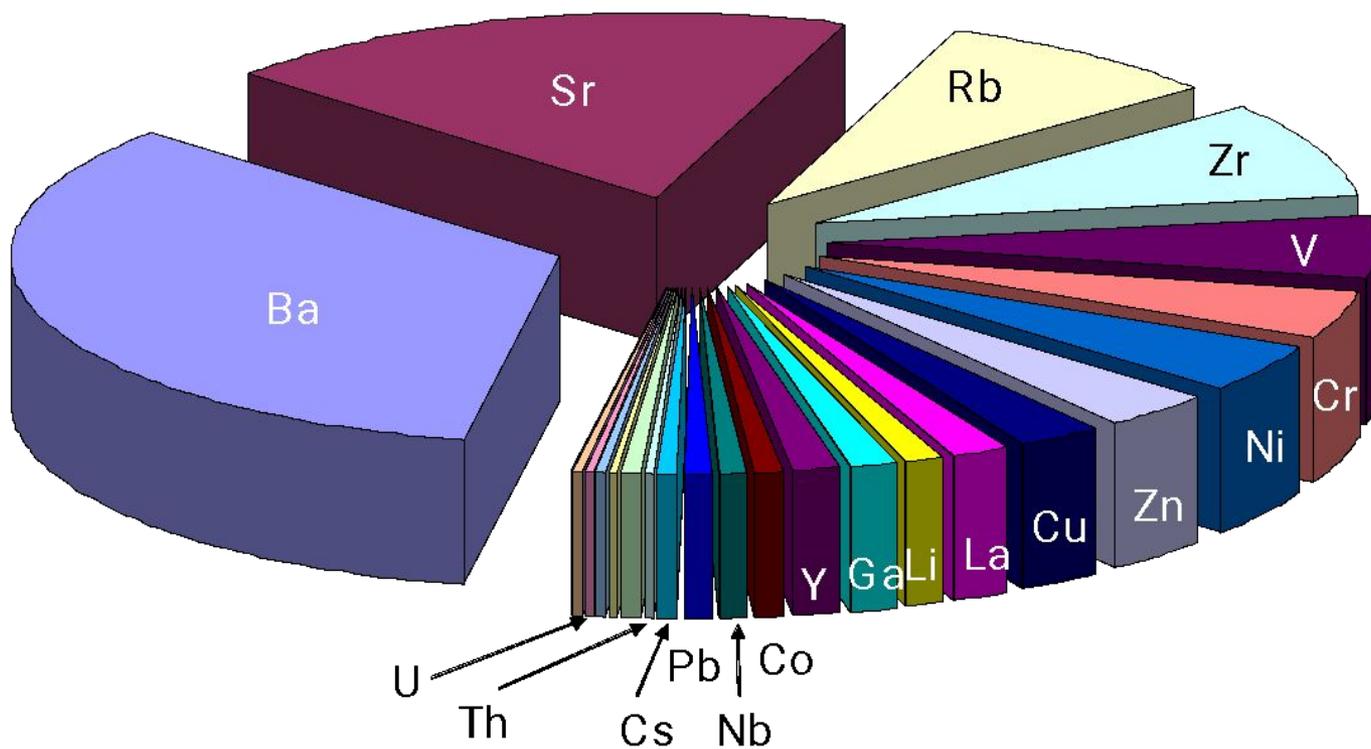
Атомные %



Массовые %

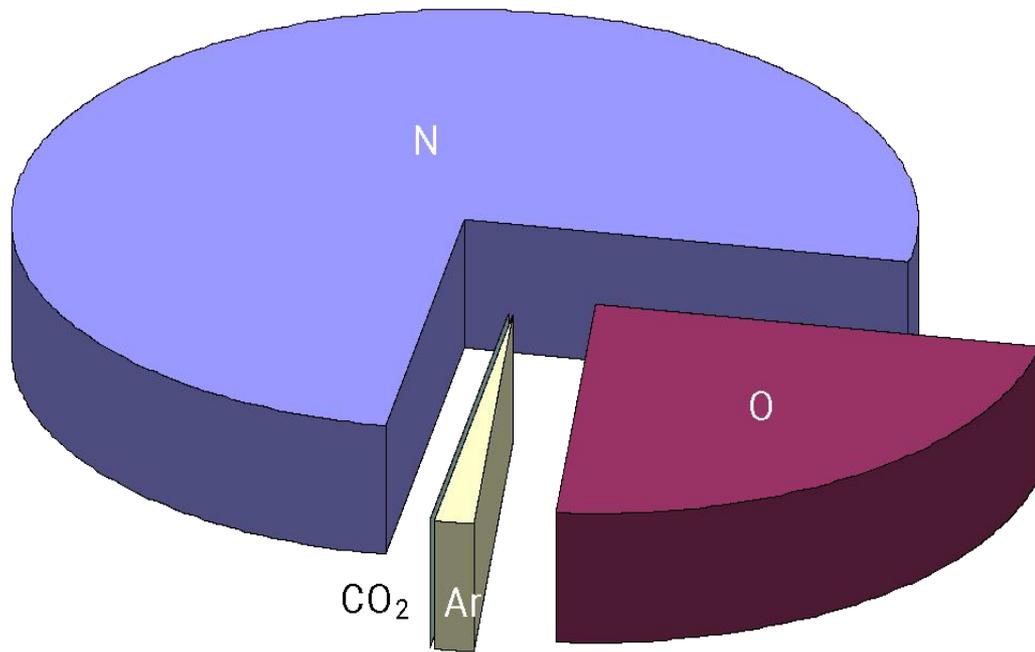


Редкие элементы в континентальной коре



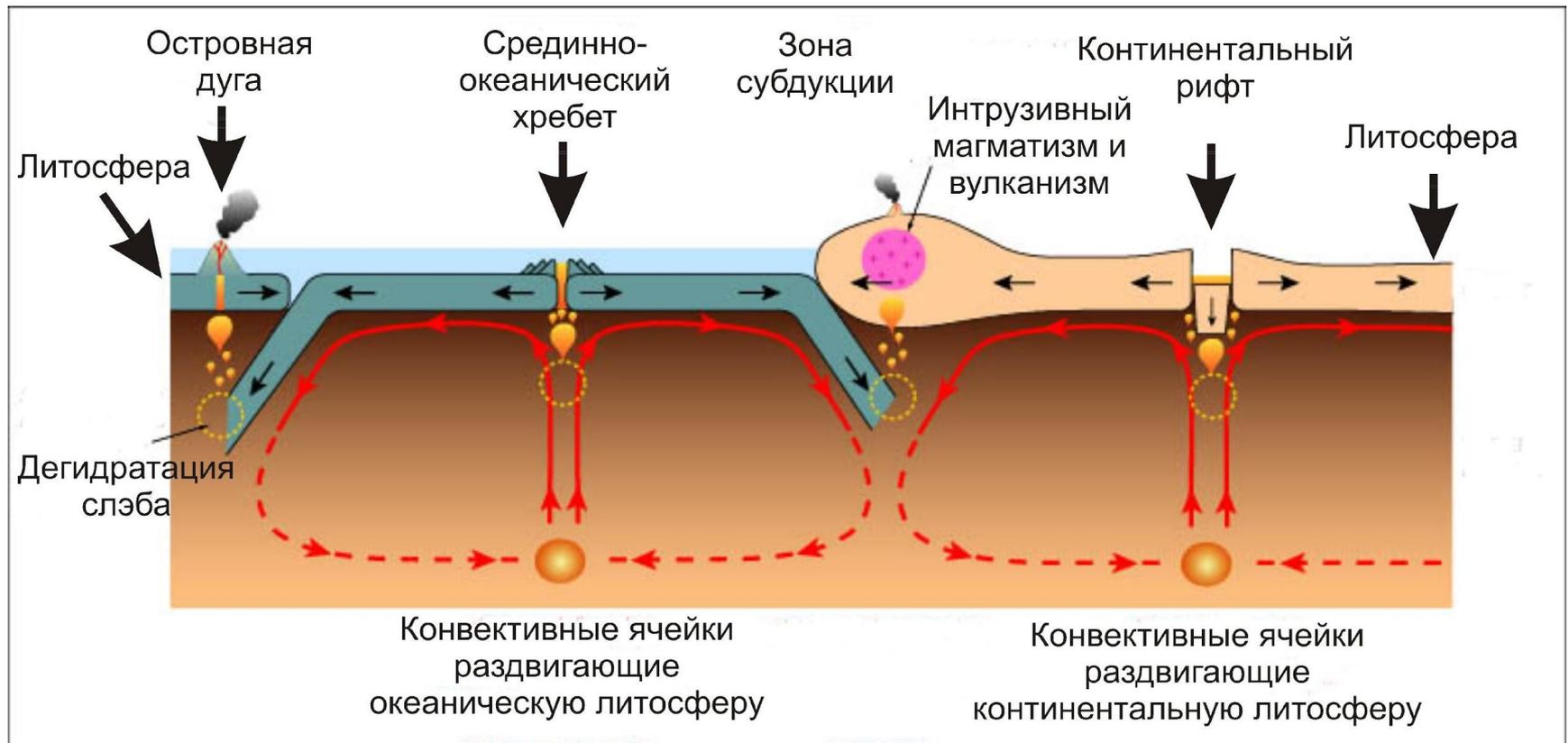
Ba	Sr	Rb	Zr	V	Cr	Ni	Zn	Cu	La	Li	Ga	Y	Co	Nb
Pb	Cs	Th	Sc	Sn	As	U	Be	Yb	Mo					

Состав атмосферы

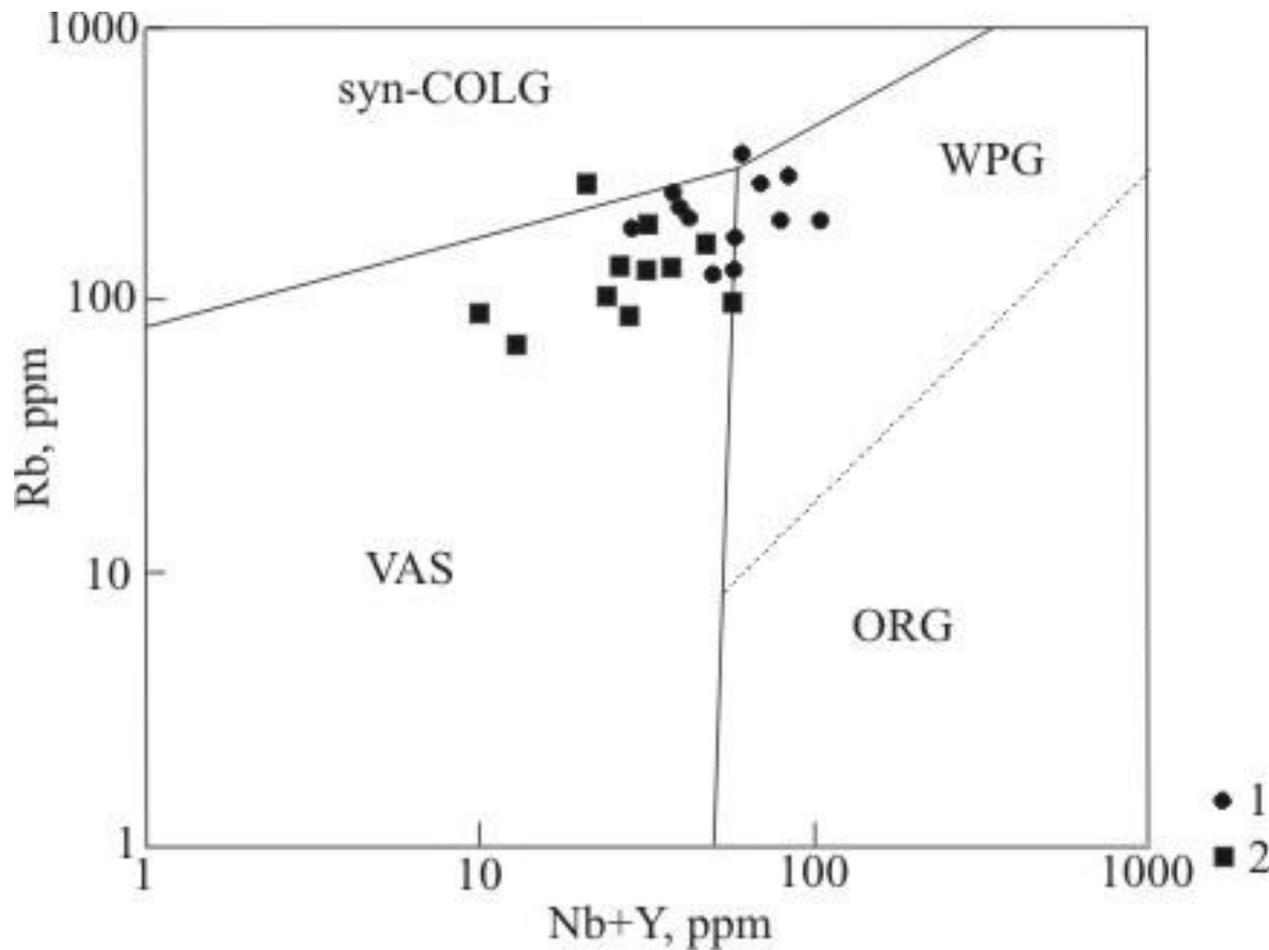


Элемент	масс %
<i>N</i>	75,5
<i>O</i>	23,01
<i>Ar</i>	1,28
<i>CO₂</i>	0,04
<i>Ne</i>	0,0012

Реконструкция геологической истории крупных блоков Земной коры



Гранитоиды различных геодинамических обстановок

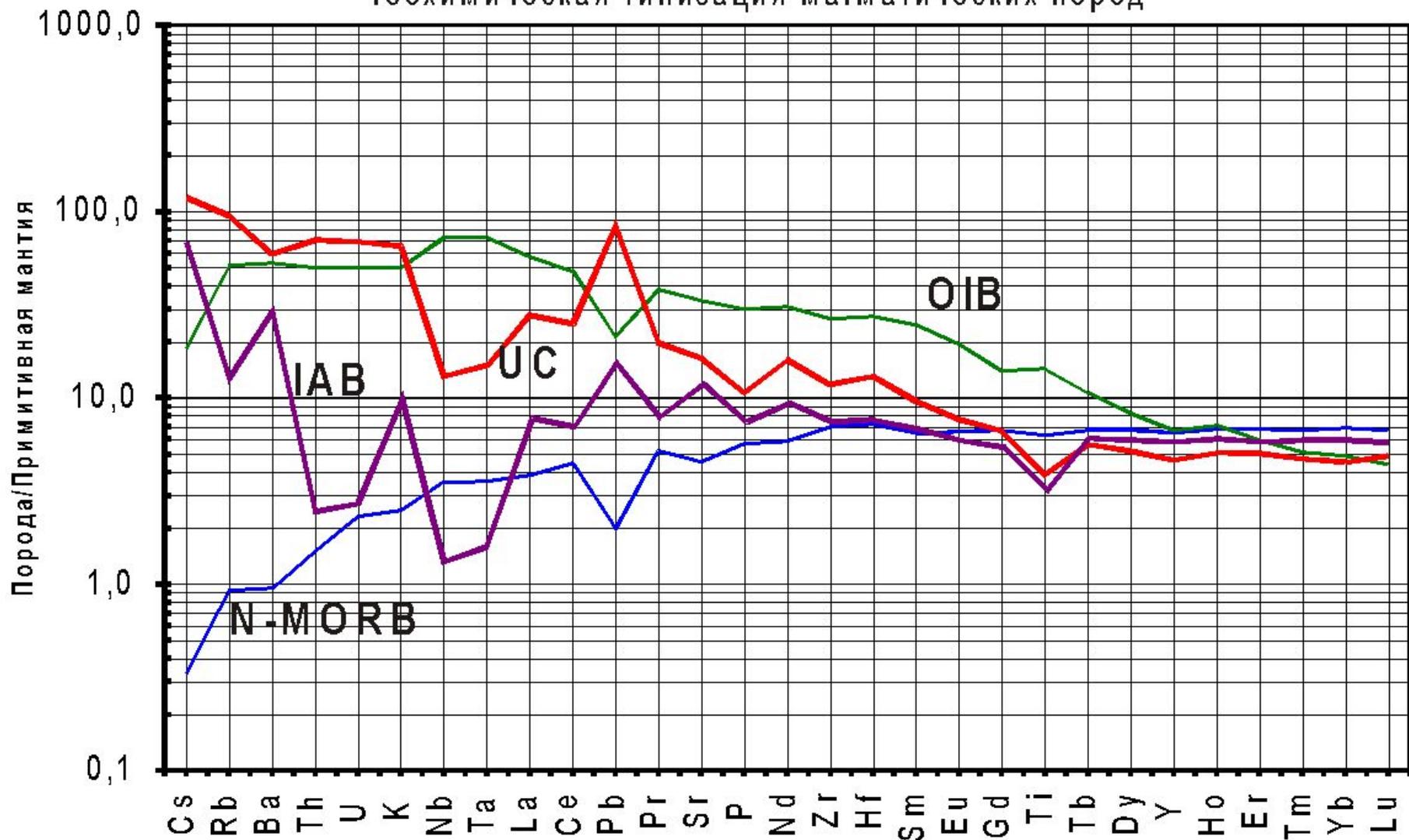


Полезные ископаемые различных геодинамических обстановок

	Геодинамические обстановки	Полезные ископаемые
1	Зона спрединга	Cu, Pb, Zn, Au, Ti
2	Зона субдукции	Fe, Cu, Pb, Zn, Ag, Au, Sn, W, Mo, Li
2	Рифтовые зоны	Nb, Ta, Zr, TR, Be, F, Ni, Co, Cr, Pt, Au

Спайдердиаграмма

геохимическая типизация магматических пород



Снижение величины коэффициента распределения расплав/минерал

Относительные концентрации элементов

Один из важных способов представления геохимических данных – расчет относительных концентраций элементов.

Под относительной концентрацией элемента понимается число полученное при делении величины содержаний элемента в горной породе на величину содержаний элемента в каком либо геохимическом резервуаре.

$$C = C_{\text{пор}} / C_{\text{гх_рез}}$$

C – относительная концентрация, $C_{\text{пор}}$ – концентрация в породе, $C_{\text{гх_рез}}$ – концентрация в геохимическом резервуаре.

Относительная концентрация показывает в сколько раз изучаемая порода обогащена или обеднена химическим элементом относительно геохимического резервуара.