Тема 9. Геохимическая классификация элементов В.М.Гольдшмидта.

Классификация объектов исследования – один из важнейших компонентов инфраструктуры любой науки.

Эффективность классификаций определяется, в числе прочего, объективностью и однородностью критериев классифицирования и прогностическими возможностями классификаций. Это получается, когда под классификационными критериями лежат глубинные законы природы.

Классификация элементов В.И.Вернадского

- циклические элементы (44)
- благородные металлы (7)
- благородные газы (5)
- редкие земли (15)
- рассеянные элементы (10)
- радиоактивные элементы (7).

Геохимическая классификация элементов В.М.Гольдшмидта.

Разработана на эмпирической основе – распределении элементов между фазами метеоритов.

Геохимическая классификация элементов В.М.Гольдшмидта.

Литофильные	Сидеро-фильные	Халько-фильные	Атмо-фильные	Био-фильные
O, Mg, Si, Fe, Li, Na, K, Rb, Cs, Be, Ca, Sr, Ba, B, Al, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Ti, Zr, Hf, Th, V, Nb, Ta, Cr, W, U, Mn, F,	Fe, Ni, Co, Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt, Au, C, Ge, Sn, P, Mo, Re	Fe, S, Se, Te, Cu, Ag, Zn, Cd, Hg, Ga, In, Tl, As, Sb, Bi	H, N, Cl, Br, I He, Ne, Ar, Kr, Xe	(C), (H), (O), (N), (P)

Геохимическая классификация элементов В.М.Гольдшмидта.

Литофильные	Сидеро-фильные	Халько-фильные	Атмо-фильные	Био-фильные
O, Mg, Si, **Fe**, Li, Na, K, Rb, Cs, Be, Ca, Sr, Ba, B, Al, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Ti, Zr, Hf, Th, V, Nb, Ta, Cr, W, U, Mn, F,	**Fe**, Ni, Co, Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt, Au, C, Ge, Sn, P, Mo, Re	**Fe**, S, Se, Te, Cu, Ag, Zn, Cd, Hg, Ga, In, Tl, As, Sb, Bi	H, N, Cl, Br, I He, Ne, Ar, Kr, Xe	(C), (H), (O), (N), (P)

Физико-химическая основа классификации – энергии обменных реакций:

(все литофилы) $Mg + FeO \rightarrow MgO + Fe$ (+ Q)

(все халькофилы) $Zn + FeS \rightarrow ZnS + Fe$ (+ Q)

Реакции экзотермические, т.е. могут протекать самопроизвольно.

Железо и его соединения (оксид и сульфид) являются «реперами», относительно которых разделяются по классам все остальные элементы.

Геохимическая основа классификации – соотношения распространенности элементов (почему именно железо в Солнечной системе является «репером»):

В Солнечной системе кислорода хватило на то, чтобы окислить все литофильные элементы и часть железа:

Σ(лит. без Fe) < кислород < Σ(лит. + Fe)

Серы хватило на то, чтобы связать в сульфиды все халькофильные элементы и часть железа:

Σ(хальк. без Fe) < сера < Σ(хальк. + Fe)

Т.о., классификация Гольдшмидта «привязана» к составу Солнечной системы.

Гольшмидтовская классификация в периодической системе элементов

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H																	2 He
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	(43) Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba	57-71 Lan	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra	89-103 Act	(104) Rf	(105) Db	(106) Sg	(107) Bh	(108) Hs	(109) Mt	(110) Ds	(111) Rg	(112) Cn	(113) Uut	(114) Fl	(115) Uup	(116) Lv	(117) Uus	(118) Uuo
Лантаноиды			57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	(61) Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu	
Актиноиды			89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	(93) Np	(94) Pu	(95) Am	(96) Cm	(97) Bk	(98) Cf	(99) Es	(100) Fm	(101) Md	(102) No	(103) Lr	

Обозначения:

Атмофильные	Халькофильные	Литофильные	Сидерофильные	редкие и отсутствующие в природе

Классификация Гольдшмидта применительно к Земной коре.

Литофильные	Сидеро-фильные	Халько-фильные	Атмо-фильные	Био-фильные
O, Mg, Si, Fe, Li, Na, K, Rb, Cs, Be, Ca, Sr, Ba, B, Al, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Ti, Zr, Hf, Th, V, Nb, Ta, Cr, W, U, Mn, F	**Fe**, **Ni, Co**, Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt, Au, **C, Ge, Sn,** **P, Mo, Re**	Fe, S, Se, Te, Cu, Ag, Zn, Cd, Hg, **Ga**, In, **Tl**, As, Sb, Bi	H, N, Cl, Br, I He, Ne, Ar, Kr, Xe	(C), (H), (O), (N), (P)

Цветными символами выделены элементы, у которых главные черты геохимического поведения в Земной коре отличаются от классификационной принадлежности. Зеленые – элементы с литофильным поведением, желтые – элементы с халькофильным поведением.

Главная причина – Земная кора характеризуется более окислительным режимом в сравнении с внутренними оболочками Земли и (оценочно) условиями протопланетного облака.