

А. Л. КОВАЛЕВСКИЙ

УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ БИОГЕОХИМИЧЕСКИХ ПОИСКОВ
РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

(Представлено академиком В. И. Смирновым 20 VII 1973)

Отсутствие биогеохимических ореолов в растениях, корни которых контактируют с рудами и их лито- и гидрохимическими ореолами, может объясняться двумя причинами. Во-первых, это наличие у растений низких физиологических барьеров поглощения по отношению к высоким концентрациям рудных элементов в питающей среде (¹, ²), что хорошо известно, например, для U (³, ⁴). Во-вторых, недоступность для корней растений некоторых устойчивых минеральных форм рудных элементов, вследствие их перастворимости или недостаточной площади контакта между корнями и крупными кристаллами или выделениями. Это явление известно для В, находящегося в турмалине (⁵, ⁶), крупного Au (⁷), для Be, W и других рудных элементов.

Изучение барьеров поглощения на различных месторождениях Сибири показало, что их количественные характеристики у различных биообъектов (видов, органов и частей органов растений) резко различны. Как следует из характеристик выделяемых нами четырех групп биообъектов (табл. 1), для поисков могут быть рекомендованы только безбарьерные и высокобарьерные, а при их отсутствии среднебарьерные биообъекты. Четвертая группа — низкобарьерных биообъектов является непригодной, «запрещенной» при биогеохимических поисках. Данные, иллюстрирующие высокую эффективность опробования на Pb безбарьерных биообъек-

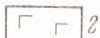
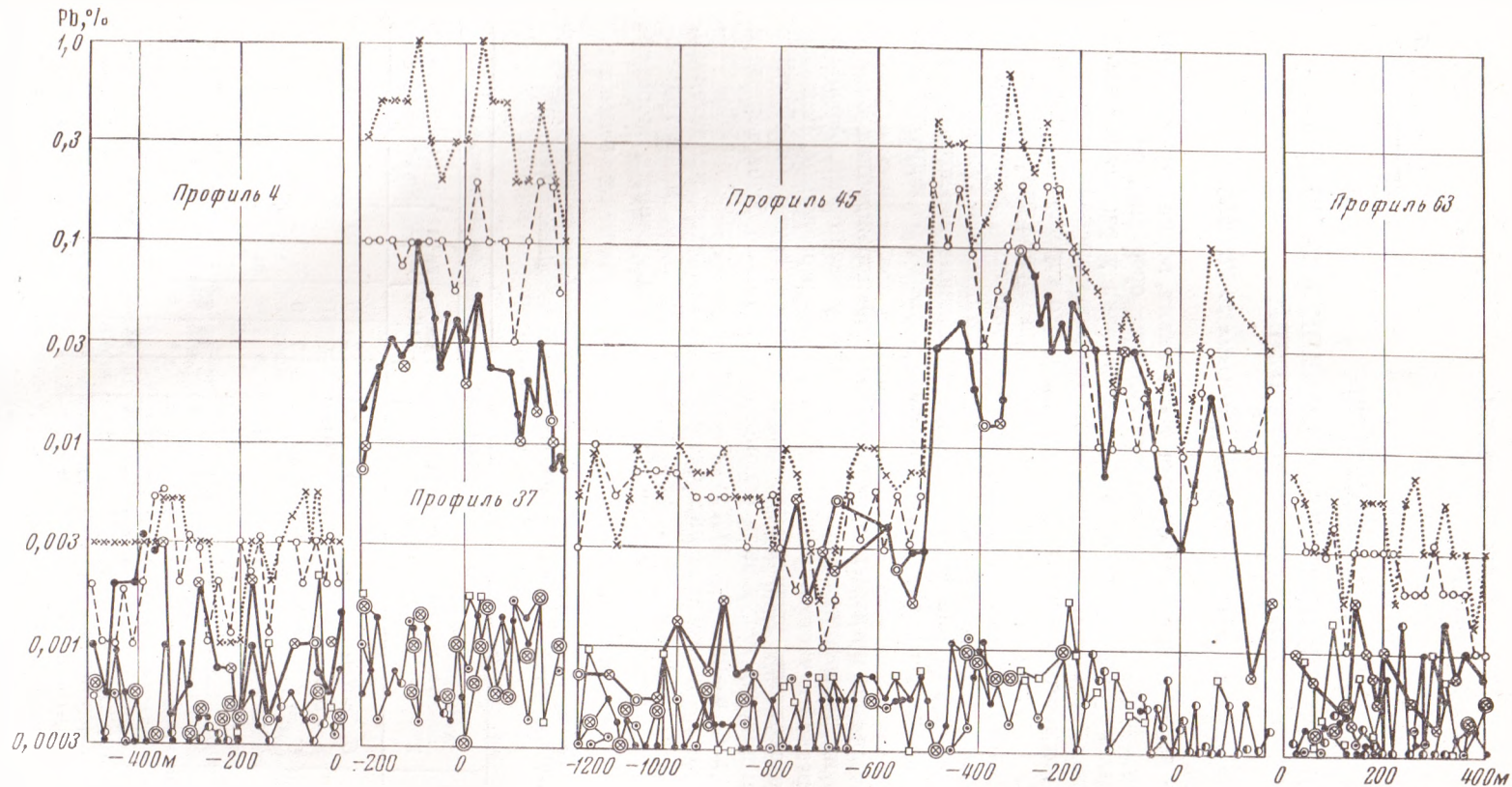
Таблица 1

Статистические результаты группирования надземных биообъектов (видов, органов и частей органов растений) Сибири по поисковым индикаторным характеристикам для 12 рудных элементов

Группа биообъектов	Характеристика биообъектов над рудными телами *	Относительное число биообъектов, %**												
		Ra (139)	Mo (64)	Au (67)	Pb (70)	W (31)	Ag (90)	Ba (57)	Be (53)	U (65)	F (60)	Mn (54)	Fe (50)	средн. (800)
Безбарьерная, количественная	$C_m \geq 300 \cdot C_{\phi}$ $r = 0,8-1,0$	100	16	10	10	3	2	0	0	0	0	0	0	12
Высокобарьерная, приближенно-количественная	$C_m = (30-300) \cdot C_{\phi}$ $r = 0,5-0,8$	0	65	26	22	20	7	0	4	3	3	0	0	13
Среднебарьерная, качественная	$C_m = C_a - 30 \cdot C_{\phi}$ $r = 0,2-0,5$	0	19	44	35	32	49	65	45	17	7	6	0	25
Низкобарьерная, непригодная — «запрещенная»	$C_m < C_a$ $r = -0,6 \div +0,2$	0	0	20	33	45	42	35	51	80	90	94	100	50

* C_m , C_{ϕ} и C_a — максимальные фоновые и минимально-аномальные содержания элементов в соответствующих биообъектах; r — коэффициент линейной корреляции между концентрациями элемента в системе горизонт питания растения — биообъект.

** В скобках указано число изученных на соответствующий элемент биообъектов.



11

18

тов и практическое отсутствие аномалий над рудными телами в низкобарьерных (пасивных) биообъектах на Озерном колчеданно-полиметаллическом месторождении, приведены на рис. 1.

Статистические данные группирования биообъектов Сибири для 12 рудных элементов (Ra, Mo, Au, Pb, W, Ag, Be, U, Ba, Mn, F, Fe), приведенные в табл. 1, показывают, что для U, F, Mn и Fe относительное количество биообъектов, пригодных для биогеохимических поисков, превышает 80%, а их среднее

Рис. 1. Распределение Pb в почвах и различных биообъектах по профилям Озерного месторождения. 1 — рыхлае образование; 2—5 — озерная толща; 2 — туфовый горизонт; 2 — туфовый горизонт — известковые туффы; 3 — туффовый горизонт и брекчия; туфвопегелиты и прослои известняков брекчий и оруденелых туффитов; 4 — первый продуктивный горизонт — известняки, известняки кристаллотуфы и лавы кислых эффузивов; 6 — автоматические брекчин диолит-дацитов порфиры; 7 — диазовые порфиры; 8 — дацитовые порфиры; 9 — известняки и кварцевые порфиры; 10 — туфы, туффиты, фельзиты и кварцевые порфиры; 11 — тела колчеданных руд; 12 — известняковые руды; 13 — зона окисления типа железной шпаты; 14 — разломы; 15, 16 — Pb в почвах; 15 — в горизонте А (0—0,2 м); 16 — в горизонте С (0,5—1,2 м); 17, 18 — Pb в золе растений; 17 — безбарьерные биообъекты (а — хвоя и б — кора лственницы, в — брусника), 18 — низкобарьерные пасивные биообъекты (ветви березы (а), осины (б), сосны (б), пихты (θ), рододендрона (ε), лственницы (θ))

Таблица 2

Пример разделения типов руд с открытыми и ослабленными литохимическими ореолами по эффективности выявления и применимости биогеохимического метода поисков

Весьма благоприятные ($KK_6 \geq KK_{д}$, $РПК_0 \geq РПК_{ф}$)		Благоприятные ($KK_6 < KK_{д}$, $РПК_0 < РПК_{ф}$)		Непригодные ($KK_6 \leq 1,0$, $РПК_0 \ll РПК_{ф}$), биогеохимич. аномалий нет	
тип минерализации	инд.	тип минерализации	инд.	тип минерализации	инд.
Молибденовая (с зонами окисления) Колчеданно-полиметаллическая (с железными шпатами)	Mo Pb, Ag	Молибденовая (на равных фазах окисления) Кварцево-молибденитовая Вольфрамитовая, гюбнеритовая, шеелитовая	Mo	Золотая (с крупным Au в россыпях)	Au
Полиметаллическая в известняках Золото-сульфидная (с дисперсным Au)	Pb, Cu, Zn	Колчеданно-полиметаллическая (с железными шпатами) Полиметаллическая в известняках	Mo W Pb, Ag	Берилловая (с крупнокристаллическим бериллом) Турмалиновая	Be B
Золотая в глинах (куравахский тип) Гельвиновая, гептгельвиновая Боратовая, дацитовая	Au	Полиметаллическая в силикатных породах Золото-турмалиновая (с дисперсным Au)	Pb, Zn	Вольфрамитовая (с крупными выделениями W)	W
Урановая (с U-слюдами и черными и сорбированными формами U в глинах)	Au Be	Кварцево-золоторудная (с дисперсным Au) Фенаkitовая, берtrandитовая, берилловая Уранинитовая, смолковая	Pb, Zn Au Au Ra Ra		

Примечание. KK_6 и $KK_{д}$ — коэффициенты контрастности биогеохимических и литохимических ореолов, равные отношению максимальных концентраций элементов-индикаторов в ореолах к фоновому содержанию; $РПК_0$ и $РПК_{ф}$ — растительно-почвенные коэффициенты (равные отношению концентраций элемента-индикатора в растении к содержанию в почвенном горизонте питания) над ореолами рудных тел и за их пределами (на фоне).

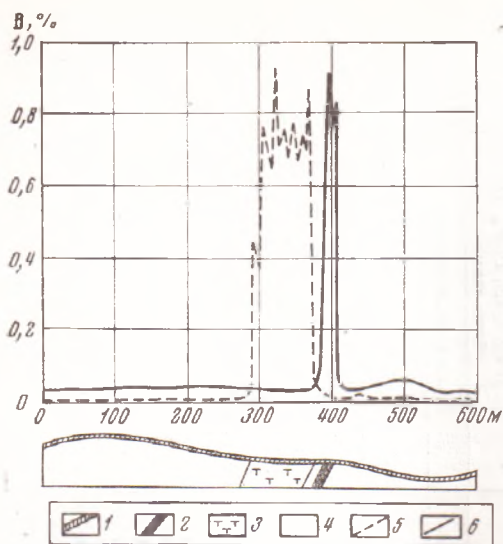


Рис. 2. Распределение В в почвах и растениях в мерзлотном ландшафте по данным (5). 1 — рыхлые образования; 2 — рудное тело боратов; 3 — зона турмалинизации; 4 — вмещающие метаморфические горные породы; 5 — В в почвах; 6 — В в золе хвои лиственницы

химических аномалий над рудными телами с открытыми ореолами позволяет разделить типы минерализации на благоприятные и непригодные для выявления при помощи растений. Как видно из табл. 2, большинство (~80%) изученных минеральных типов руд и литохимических ореолов относятся к группам весьма благоприятных и благоприятных для выявления биогеохимическим методом. Однако есть типы минерализации, пад которыми аномалии в растениях отсутствуют из-за практической недоступности для корней элементов-индикаторов, связанных с неустойчивыми минералами, особенно если они представлены крупными кристаллами или выделениями. Пример, показывающий отсутствие аномалий В в растениях над зонами с нерастворимым в кислотах турмалином и наличие их в тех же условиях над рудными телами, представленными легкорастворимыми боратами, иллюстрирует рис. 2.

Выявление условий, при которых биогеохимические аномалии в растениях, контактирующих с самими рудами и их ореолами, отсутствуют, позволяет уточнить некоторые теоретические и методические основы биогеохимических поисков рудных месторождений. Они позволяют утверждать, что теоретической основой биогеохимических поисков является наличие прямопропорциональной зависимости между концентрацией элементов-индикаторов руд в системе питающая среда — растение, проявляющейся при отсутствии у растений низких физиологических барьеров поглощения и при доступности для корней минеральных и химических форм этих элементов.

Институт геологии Буряцкого филиала
Сибирского отделения Академии наук СССР
Улан-Удэ

Поступило
20 VI 1973

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. Л. Ковалевский, Сборн. Микроэлементы в биосфере и применение их в сельск. хоз. и мед. Сибири и Дальн. Вост., Улан-Удэ, 1971, стр. 134. ² А. Л. Ковалевский, Сборн. Втор. ореолы рассеяния и их использ. при поисках рудн. местор. на территории Сибири, Улан-Удэ, 1973, стр. 225. ³ А. Л. Ковалевский, Изв. СО АН СССР, № 4, стр. 108 (1962). ⁴ А. Л. Ковалевский, Атомная энергия, т. 33, в. 1, стр. 557 (1972). ⁵ В. Л. Кожара, Разведка и охрана недр, № 3, стр. 13 (1964). ⁶ Ю. Е. Сагет, Сов. геол., № 2, 96 (1969). ⁷ И. Бабичка, Сборн. Геохимич. методы поисков рудных месторожд., ИЛ, 1954, стр. 373.

количество для 12 элементов равно 50%. Последняя цифра говорит о том, что при опробовании любых видов и органов растений в половине проб растений, корни которых имеют контакты с самими рудами и их ореолами, аномальные концентрации изученных элементов-индикаторов будут отсутствовать. Из табл. 1 видно, что количественная и приближенно-количественная информация о рудах и их ореолах по биогеохимическим данным, не учитывающим барьеров поглощения, может быть получена для этих элементов только в 25% случаев.

Рассмотрение табл. 1 и рис. 1 говорит о том, что при поисках необходимо опробовать не любые, а только безбарьерные и высокобарьерные и лишь в крайних случаях среднебарьерные виды и части растений.

Анализ эмпирических данных о соотношениях между контрастностью биогеохимических и лито-