

УДК [629.78+550.3/.4]:553/.4

© В.С.Антипов, 2006

НАУЭНДОДИНАМИКА И МИНЕРАГЕНИЯ, ПОСТСПУТНИКОВАЯ ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОГО РУДОРЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА НЕДР

В.С.Антипов (НИИКАМ)

При работах космическими и другими методами не учитывается, что устанавливаемые ими аномалии в ряде случаев определяются не геологическими объектами, а современными глубинными геологическими процессами, протекающими во время фиксации аномального эффекта. Аномалии, связанные с современными процессами перемещения вещества и эволюции энергии недр, получили название эндодинамических (геодинамических); их также можно назвать науэндодинамическими. Направление металлогении, главная цель которого — выявление закономерностей размещения и формирования месторождений в структурах земной коры с повышенной (в сравнении с окружающей геологической средой) современной активностью глубинных процессов, названо металлогенией эндодинамических аномалий [2–5] или минерагенией науэндодинамики. Автором исследованы возможности использования современных эндодинамических аномалий (ЭА) при прогнозно-минерагеническом анализе территорий с помощью специально разработанных методов — изучения регионального естественного электрического поля (РЕП), структурно-гидрохимической съемки (СГС), полихронной тепловой космической съемки (ПТКС).

Изучение РЕП показало, что исследовавшиеся рудные объекты располагаются в пределах положительных аномалий РЕП (рис. 1), которые обусловлены современными процессами восходящего движения вод [4, 5].

Положительные аномалии РЕП отвечают по своей природе эндодинамическим аномалиям. Объяснение ЭА фильтрационными потенциалами подтверждается фактами восходящего движения вод в пределах изучавшихся (и многих других) рудных полей (узлов). Так, в Северо-Каменушинском районе известна самоизливающаяся скважина, воды которой заражены гелием, радием, сероводородом, что не характерно для поверхностных водотоков и указывает на глубинное происхождение напорных вод. На Стрельцовском месторождении восходящие воды отмечались при бурении, а в Кировоградской зоне происходил самоизлив нескольких скважин [4, 5].

Возможность выявления ЭА по данным СГС связана с зональностью состава вод (обычно с глубиной увеличивается их минерализация). Соответственно, если в поверхностных водопунктах фиксируются воды с повышенными концентрациями макрокомпонентов и этот факт не связан с химизмом дренируемых пород, то такой их состав можно объяснить подтоком глубинных вод, формирующих аномалию. Поля локализации разных месторождений по данным СГС контролируются аномалиями макрокомпонентов (рис. 2). Кроме того, аномалии СГС выявлены в пределах Печенгского и Аллареченского Cu-Ni рудных узлов (Кольский полуостров), Дубровского и Арсеньевского Sn-рудных полей (Приморье), Мирнинского кимберлитового узла (Якутия), Талнахского Cu-Ni-благородноме-

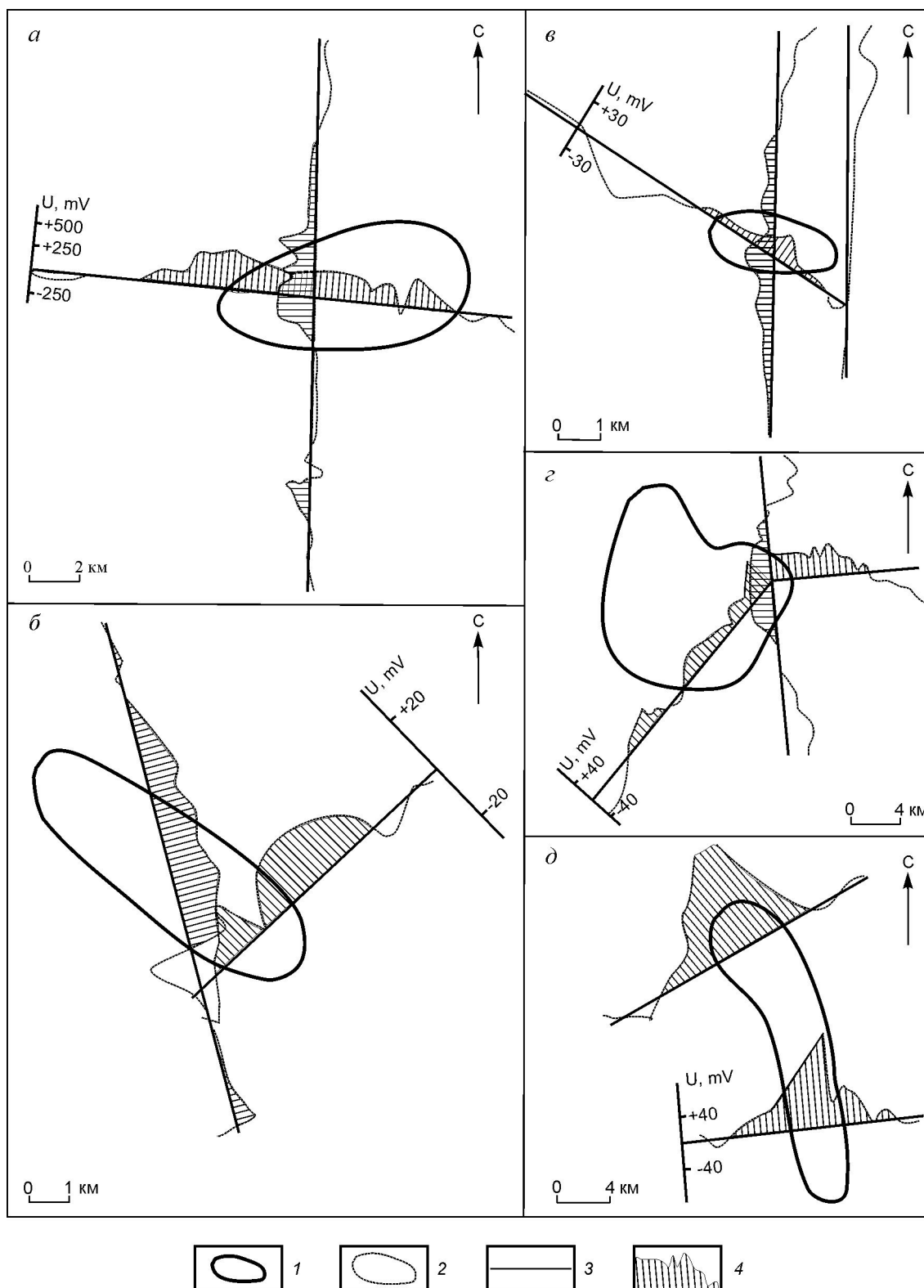


Рис. 1. Аномалии РЕП урановорудных полей:

a — Северо-Каменущинского на Дальнем Востоке, *б* — Восток-Балкашинского, *в* — Викторовского в Северном Казахстане, *г* — Стрельцовского в Забайкалье, *д* — Кировоградской урановорудной зоны в Украине; 1 — контуры урановорудных объектов; 2 — графики РЕП; 3 — участки техногенных помех; 4 — положительные аномалии РЕП

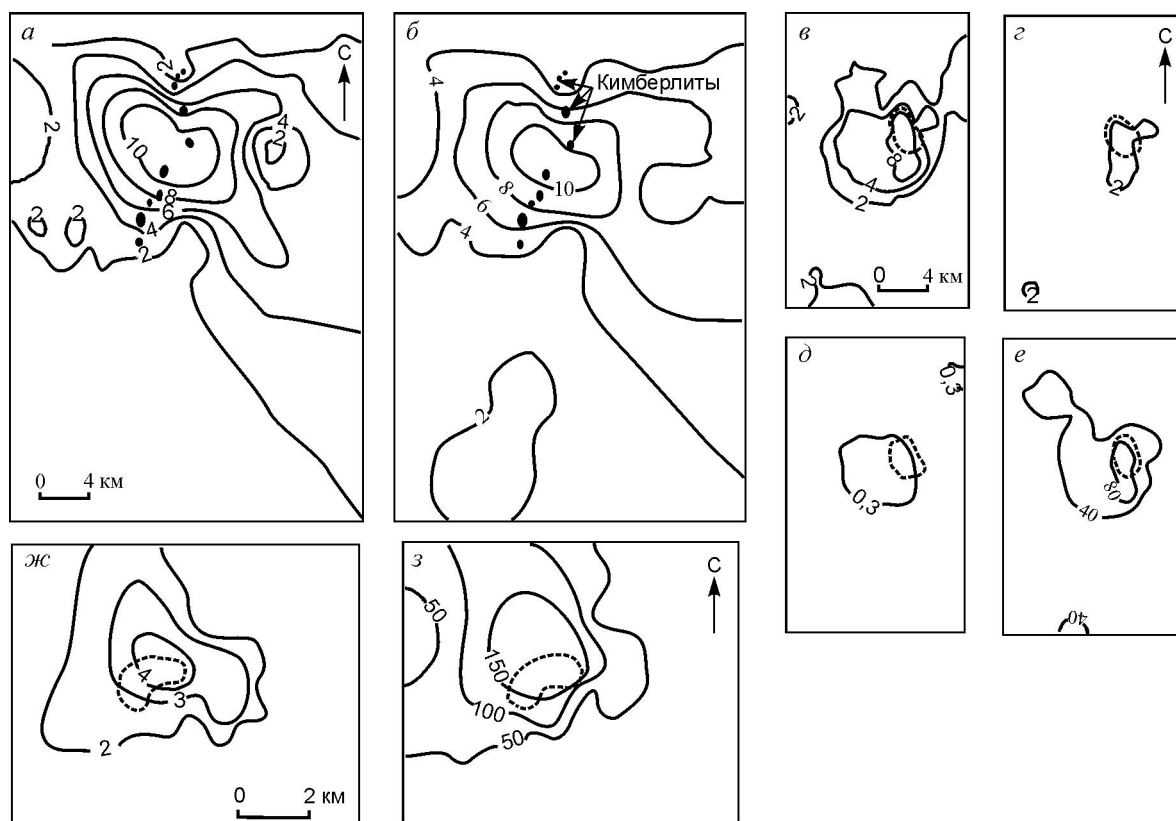


Рис. 2. Аномалии макрокомпонентов по данным СГД, по [5]:

a, б — Золотицкое алмазоносное поле, Архангельская область; *в, з, д, е* — золото-серебряное месторождение Карамкен, Магаданская область, *ж, з* — Первоначальное месторождение олова Пыркайского рудного узла, Чукотка; распределение в водотоках: *a, в* — суммарного показателя аномальности — сумм кратностей надфоновых значений Cl, Na, K (*a*) и Na, K, Mg (*в*) к стандартному отклонению их фоновых значений, концентраций в мг/л Cl (*б*), Na (*з, ж*), K (*д*), общей минерализации (*е, з*); рудные тела показаны пунктиром

тального рудного поля, рудного поля с месторождением золота Сухой Лог, Восток-Балкашинского урановорудного поля, Кировоградской урановорудной зоны [2, 3, 5].

Полихронная тепловая космическая съемка проводилась для выявления тепловых аномалий (при космической съемке инфракрасного излучения в диапазоне 8–13 мкм). Источником информации были съемки NOAA AVHRR (использовалось программное обеспечение ИКИ РАН [7]). Оптимальным временем для установления геотемпературных ЭА являются ночные, предутренние часы, когда максимально нивелируются тепловые аномалии, возникающие при солнечном прогревании. Полихронной тепловой космической съемкой выявлялись сеансы съемки с благоприятными метеорологическими условиями — отсутствием облачности, сильного ветра, тепловых фронтов и др. С учетом мешающих факторов и при полном цикле обработки информации (маскирование водных по-

верхностей и облачности, снятие регионального тренда температур, геометрическая коррекция данных) определяются рудоконтролирующие ЭА радиоярких температур. Обнаружено, что тепловые радиояркие аномалии контролируют размещение крупных рудных объектов России: Гайского, Федорово-Панского, Печенгского (рис. 3). Эндодинамическая природа тепловой аномалии в районе Печенгского рудного узла подтверждается гидрохимической ЭА [2]. Современная флюидная активность Земли зафиксирована в районе Гайского и многих других эндогенных месторождений [10]. Аналогичные аномалии радиоярких температур контролируют размещение на Кольском полуострове Мончегорского медь-никель-платинометалльного района, в Карелии Онежского уран-ванадий-платинометалльного района, Костомукшинского железорудного узла, района Бураковской интрузии с месторождениями титана и хрома, золоторудных узлов Мурунтау и Кокпатас в Узбекистане, Неждани-

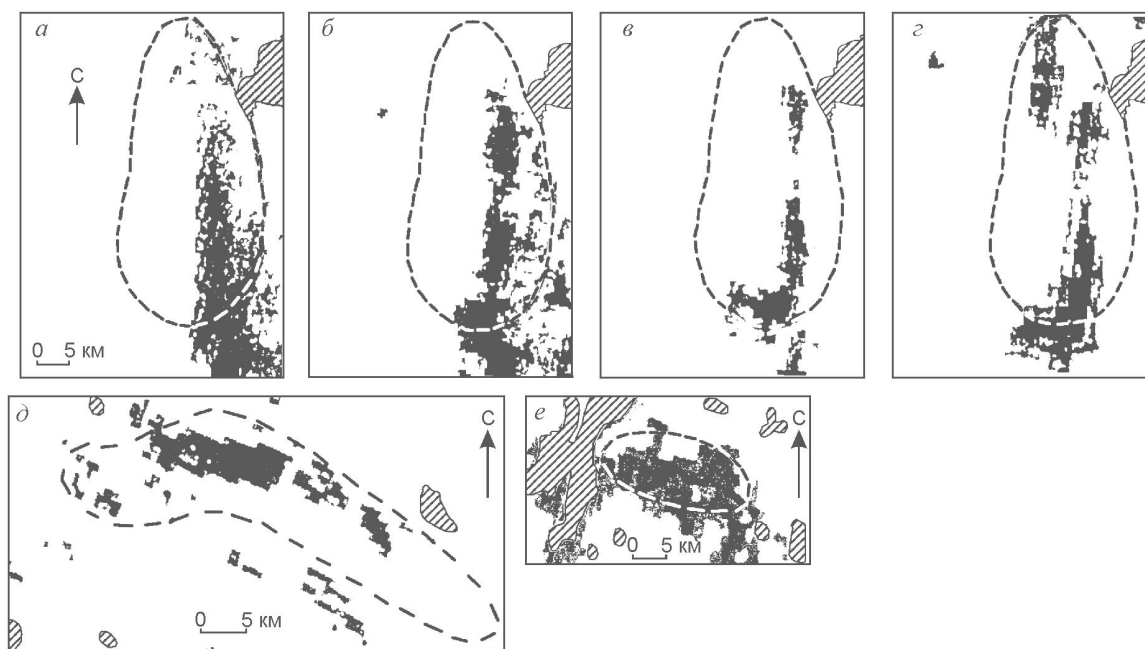


Рис. 3. Аномалии радиоярких температур (черное) рудных узлов (пунктир), по [5]:

a–z — Гайского меднорудного (*a* — 16 апреля 2000 г., *б* — 1 августа 2000 г., *в* — 2 августа 2000 г., *z* — 3 августа 2000 г.); *д* — Федорово-Панского платинометального (8 сентября 2000 г.); *е* — Печенгского медно-никелевого (14 сентября 1999 г.); штриховка — озера

нского месторождения золота в Восточной Якутии. Области повышенных и аномальных значений радиоярких температур эндодинамической природы занимают площади до десятков – сотен квадратных километров. Амплитуда аномалий десятки доли – первые (обычно до 2) градусы [1, 5].

Ареалы современной активизации недр контролируют размещение минерогенических таксонов, содержащих крупные месторождения полезных ископаемых, и не характерны для территорий, где таковых нет. Анализ публикаций свидетельствует, что данная закономерность проявляется не только на уровне месторождений, полей и узлов их локализации, но и более крупных таксонов. Так, Д.В.Рундквист и И.К.Рундквист [7] связали положение одного из рудных районов Европы с повышенной сейсмической активностью территории. При сопоставлении главнейших сейсмогенерирующих зон Северной Азии, приведенных В.И.Уломым [12], с местоположением структур локализации наиболее крупных месторождений этой территории видна приуроченность рудных поясов, областей и провинций, содержащих суперконцентрации руд, к главнейшим сейсмогенерирующим зонам (землетрясения 7–8 баллов и более) и их геоструктурным продолжениям. В частности, такие зоны

контролируют размещение Яно-Колымского золоторудного пояса с Наталкинским месторождением золота. Субмеридиональная зона от Сетте-Дабана до побережья Арктики контролирует на юге рудную провинцию с Нежданским месторождением золота, а на севере — рудную область с месторождениями олова (Депутатское, Одинокое). Рудные провинции, в пределах которых обнаружены уникальные месторождения — Холоднинское (свинец, цинк), Сухой Лог (золото, платина), Удоканское (медь, серебро), Тарыннахское (железо), месторождения золота, урана Алданского рудного района — контролируются Байкальской сейсмогенерирующей зоной, простирающейся до Алдана. Уральская зона контролирует размещение рудной провинции с месторождениями железа, ванадия, титана, платиноидов (Качканарское), золота (Березовское), меди (Гайское), хрома (Кемпирсайская группа).

К рудоконтролирующим ЭА относятся многие аномалии гелия, ртути, других газов, солевые ореолы глубокозалегающих месторождений. В частности, в монографии [9] указывается, что между экстенсивностью и интенсивностью оруденения Урала и содержанием гелия в водах существует прямая зависимость, свидетельствующая о наибольшей эндодинамической активности территорий с максималь-

ной рудоносностью. Способами тепломассопереноса, создающего рудоконтролирующие ЭА, служат диффузия и конвекция, возникающие вследствие градиентов температур, давления, концентраций химических элементов под воздействием центробежной силы Земли. Г.С.Вартамян [6] считает, что интенсивный вынос вещества и энергии из внутренних частей планеты к ее периферии — один из ярко проявленных процессов развития Земли, что активная система стремится к выравниванию материально-энергетического потенциала с внешней средой.

При выявлении по данным анализа материалов космических съемок (и (или) другой геолого-геофизической информации) рудоперспективных (по косвенным признакам) площадей необходима экспресс-оценка, при которой определяются или уточняются металлогеническая специализация и возможные начальные прогнозные ресурсы полезных ископаемых. Такая (постспутниковая) оценка может быть реализована при использовании закономерности максимальной рудоконцентрации [1, 13] (рис. 4) по данным определения характера и степени геохимической специализации территории локализации перспективной площади. Наиболее экспрессный и наименее дорогостоящий способ такой оценки — гидрогеохимическое опробование, выполняемое с использованием высокочувствитель-

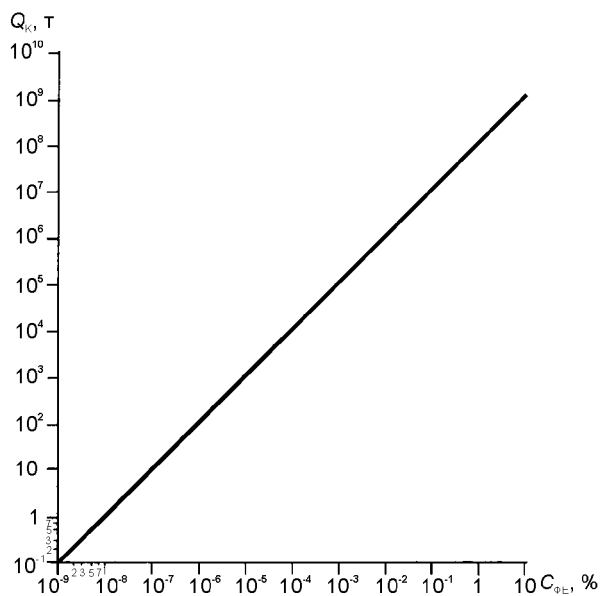


Рис. 4. Закономерность максимальной рудоконцентрации, по [1, 13]:

Q_k — возможные запасы наиболее крупного месторождения рудного (рудоперспективного) района; $C_{ФЕ}$ — среднее содержание (ферсма) рудогенного элемента в коренных породах района

ных аналитических работ (например на базе аппаратуры ISP MS), и бассейновый принцип при выборе пунктов опробования и интерпретации полученных данных [1, 3, 13]. В итоге рассчитывается геохимический фон коренных пород (ферсм) — $C_{ФЕ}$, характеризующий изучаемый район. При оценке используется теоретическая размерность (в тоннах) месторождений, которая составляет для супергигантских (10^{11} – 10^{12})· K_B , гигантских (10^{10} – 10^{11})· K_B , крупных (10^9 – 10^{10})· K_B , средних (10^8 – 10^9)· K_B , малых (мелких) (10^7 – 10^8)· K_B , очень мелких (10^6 – 10^7)· K_B , самых мелких (10^5 – 10^6)· K_B (K_B представлены в таблице). Определение $C_{ФЕ}$ выполняется через пропорцию между представленными в таблице C_p ($C_{МО}$) и соответствующими средними концентрациями, типичными для вод изучаемого района. Эта пропорция принимается для соотношения K_B и $C_{ФЕ}$. После этого возможные запасы наиболее крупного месторождения рудного (рудоперспективного) района оцениваются в соответствии с рис. 4. Такая оценка характеризует возможность образования месторождений исходя из степени геохимической специализации территории. Для реализации этой возможности необходимы соответствующий энергетический потенциал и его фокусирование. Поэтому наличие определенного геохимического потенциала — необходимое, но недостаточное условие образования рудных месторождений соответствующей размерности, и оценивается таким образом возможный рудоресурсный потенциал.

Отрядом предварительной оценки НИИКАМ в 2005 г. проведено гидрогеохимическое обследование нескольких рудоперспективных по данным анализа материалов космической съемки участков в Северном Прибайкалье. Участок Усть-Няндони площадью около 700 км² (от устья р. Няндони ~20 км вверх по течению, 10 км вниз и 30 км вверх по течению р. Котера от указанного устья) характеризуется повышенными и высокими концентрациями в водах Au, TR, платиноидов, Sn. Фоновые концентрации золота в водах участка работ в 3–5 раз превосходят средние концентрации в мировом поверхностном стоке (C_p , $C_{МО}$), что, после принятия этой пропорции для $C_{ФЕ}$ и K_B в соответствии с таблицей и рис. 4, свидетельствует о возможности образования среднего по запасам месторождения золота (~80 т). Фоновые концентрации платиноидов, олова здесь превышают C_p , $C_{МО}$ в 4 раза, что говорит о вероятности возникновения среднего по запасам месторождения платиноидов (~12 т) и месторождения олова с запасами до 120 тыс. т. Наличие повышенных и высоких концентраций TR указывает на возможность формирования в пределах участ-

Теоретическая по [1] с уточнениями размерность месторождений (А) в сопоставлении с размерностью, принятой в МПР России в 1998 г. (Б)

№№ п/п	C _Р , мг/л C _{МО} , %	K _В , вес. %	Элементы, руда	Запасы металла, сырья, руды (р), т					
				крупных		средних		малых	
				А	Б	А	Б	А	Б
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2E-6	2E-9	Os; Ir	2÷20		0,2÷2		2E-2÷0,2	
2	4E-6	3E-9	Rh	3÷30		0,3÷3		3E-2÷0,3	
3	5E-6	5E-9	Ru	5÷50		0,5÷5		5E-2÷0,5	
4	4E-6	3E-8	Pt	30÷300	>30	3÷30	3÷30	0,3÷3	<3
5	3E-6	3E-8	Pd	30÷300		3÷30		0,3÷3	
6	2E-5	6E-8	Re	60÷600		6÷60		0,6÷6	
7	2E-5	7E-8	ΣМПГ №№ п/п 1-5	70÷700		7÷70		0,7÷7	
8	1E-5	1E-7	Te	100÷1000	[1000÷10000]	10÷100	[100÷1000]	1÷10	[10÷100]
9	3E-6	2E-7	Au	200÷2000	>50	20÷200	5÷50	2÷20	<5
10	2E-5	6E-6	Ag	6000÷60000	>3000	600÷6000	500÷3000	60÷600	<500
11	7E-5	6E-6	Hg	6000÷60000	>15000	600÷6000	700÷15000	60÷600	<700
12	1E-5	1E-5	Bi	1E+4÷1E+5	>1,5E+4	1E+3÷1E+4	1E+3÷1,5E+4	1E+2÷1E+3	<1E+3
13	1E-4	1E-5	Cd	1E+4÷1E+5	[3E+3÷1E+4]	1E+3÷1E+4	[5E+2÷3E+3]	1E+2÷1E+3	[<5E+2]
14	3E-4	1E-5	Se	1E+4÷1E+5	[2E+3÷1E+4]	1E+3÷1E+4	[5E+2÷2E+3]	1E+2÷1E+3	[5E+1÷5E+2]
15	5E-6	1E-5	In	1E+4÷1E+5	[2E+2÷5E+2]	1E+3÷1E+4	[50÷2E+2]	1E+2÷1E+3	[<50]
16	1E-4	3E-5	Sb	3E+4÷3E+5	>1E+5	3E+3÷3E+4	1E+4÷1E+5	3E+2÷3E+3	<1E+4
17	2E-6	3E-5	Tm	3E+4÷3E+5		3E+3÷3E+4		3E+2÷3E+3	
18	2E-6	7E-5	Lu	7E+4÷7E+5		7E+3÷7E+4		7E+2÷7E+3	
19	3E-6	8E-5	Tl	8E+4÷8E+5	[5E+2÷2,5E+3]	8E+3÷8E+4	[50÷5E+2]	8E+2÷8E+3	[<50]
20	4E-3	8E-5	I	8E+4÷8E+5		8E+3÷8E+4		8E+2÷8E+3	
21	2E-6	9E-5	Tb	9E+4÷9E+5		9E+3÷9E+4		9E+2÷9E+3	
22	4E-5	1E-4	W, WO ₃	1E+5÷1E+6	>1E+5, p	1E+4÷1E+5	1E+4÷1E+5, p	1E+3÷1E+4	<1E+4, p
23	1E-3	1E-4	Mo	1E+5÷1E+6	>5E+4	1E+4÷1E+5	5E+3÷5E+4	1E+3÷1E+4	<5E+3
24	2E-6	1E-4	Eu; Ho	1E+5÷1E+6		1E+4÷1E+5		1E+3÷1E+4	
25	3E-6	2E-4	Ta, Ta ₂ O ₅	2E+5÷2E+6	>5E+3, p	2E+4÷2E+5	5E+2÷5E+3, p	2E+3÷2E+4	<5E+2, p
26	2E-3	2E-4	As	2E+5÷2E+6	[1E+5÷1E+6]	2E+4÷2E+5	[1E+4÷1E+5]	2E+3÷2E+4	[1E+3÷1E+4]
27	3E-5	2E-4	Ge	2E+5÷2E+6	[>5E+2]	2E+4÷2E+5	[1E+2÷5E+2]	2E+3÷2E+4	[<1E+2]
28	2E-5	3E-4	Be	3E+5÷3E+6	>1E+4	3E+4÷3E+5	5E+2÷1E+4	3E+3÷3E+4	<5E+2
29	3E-4	3E-4	U	3E+5÷3E+6	>2E+4	3E+4÷3E+5	5E+3÷2E+4	3E+3÷3E+4	<5E+3
30	5E-5	3E-4	Sn	3E+5÷3E+6	>5E+4	3E+4÷3E+5	5E+3÷5E+4	3E+3÷3E+4	<5E+3
31	5E-6	3E-4	Er; Yb	3E+5÷3E+6		3E+4÷3E+5		3E+3÷3E+4	
32	2E-5	3E-4	Cs, Cs ₂ O	3E+5÷3E+6	>5E+3, p	3E+4÷3E+5	5E+2÷5E+3, p	3E+3÷3E+4	<5E+2, p
33	1E-2	3E-4	Br	3E+5÷3E+6		3E+4÷3E+5		3E+3÷3E+4	
34	6E-6	4E-4	Dy	4E+5÷4E+6		4E+4÷4E+5		4E+3÷4E+4	
35	1E-5	4E-4	Hf	4E+5÷4E+6	[5E+5÷5E+6]	4E+4÷4E+5	[5E+4÷5E+5]	4E+3÷4E+4	[5E+3÷5E+4]
36	1E-5	6E-4	Sm; Gd	6E+5÷6E+6		6E+4÷6E+5		6E+3÷6E+4	
37	1E-5	7E-4	Pr	7E+5÷7E+6		7E+4÷7E+5		7E+3÷7E+4	
38	2E-4	1E-3	Co	1E+6÷1E+7	>1,5E+4	1E+5÷1E+6	2E+3÷1,5E+4	1E+4÷1E+5	<2E+3
39	1E-3	1E-3	Pb	1E+6÷1E+7	>1E+6	1E+5÷1E+6	1E+5÷1E+6	1E+4÷1E+5	<1E+5
40	1E-4	1E-3	Th	1E+6÷1E+7	[1E+4÷1E+5]	1E+5÷1E+6	[1E+3÷1E+4]	1E+4÷1E+5	[1E+2÷1E+3]
41	1E-3	1E-3	Sc	1E+6÷1E+7	[1E+4÷1E+5]	1E+5÷1E+6	[1E+3÷1E+4]	1E+4÷1E+5	[<1E+3]

Продолжение таблицы

42	2E-2	2E-3	B, B ₂ O ₃	2E+6÷2E+7	>2E+7, p	2E+5÷2E+6	5E+6÷2E+7, p	2E+4÷2E+5	<5E+6, p
43	2E-3	2E-3	Ni	2E+6÷2E+7	>2E+5	2E+5÷2E+6	3E+4÷2E+5	2E+4÷2E+5	<3E+4
44	1E-5	2E-3	Nb, Nb ₂ O ₅	2E+6÷2E+7	>3E+5, p	2E+5÷2E+6	5E+4÷3E+5, p	2E+4÷2E+5	<5E+4, p
45	1E-4	2E-3	Ga	2E+6÷2E+7		2E+5÷2E+6		2E+4÷2E+5	
46	3E-3	3E-3	Cu	3E+6÷3E+7	>1E+6	3E+5÷3E+6	1E+5÷1E+6	3E+4÷3E+5	<1E+5
47	3E-3	3E-3	Li, Li ₂ O	3E+6÷3E+7	>2E+5, p	3E+5÷3E+6	5E+4÷2E+5, p	3E+4÷3E+5	<5E+4, p
48	5E-5	3E-3	Nd	3E+6÷3E+7		3E+5÷3E+6		3E+4÷3E+5	
49	1E-4	3E-3	Y	3E+6÷3E+7		3E+5÷3E+6		3E+4÷3E+5	
50	2E-3	4E-3	Cr	4E+6÷4E+7	>1E+7, p	4E+5÷4E+6	1E+6÷1E+7, p	4E+4÷4E+5	<1E+6, p
51	7E-5	4E-3	La	4E+6÷4E+7		4E+5÷4E+6		4E+4÷4E+5	
52	2E-2	6E-3	Zn	6E+6÷6E+7	>1E+6	6E+5÷6E+6	1E+5÷1E+6	6E+4÷6E+5	<1E+5
53	1E-4	6E-3	∑TR _V (серые)	6E+6÷6E+7	[1E+5÷5E+5], p	6E+5÷6E+6	[1E+4÷1E+5], p	6E+4÷6E+5	[<1E+4], p
54	1E-4	7E-3	Ce	7E+6÷7E+7		7E+5÷7E+6		7E+4÷7E+5	
55	1E-3	7E-3	V	7E+6÷7E+7	[1E+5÷1E+6]	7E+5÷7E+6	[1E+4÷1E+5]	7E+4÷7E+5	[1E+3÷1E+4]
56	1E-3	1E-2	Rb	1E+7÷1E+8	[1E+5÷1E+6]	1E+6÷1E+7	[1E+4÷1E+5]	1E+5÷1E+6	[<1E+4]
57	2E-4	1E-2	∑TR _{Cc} (La,Ce,Pr,Nd)	1E+7÷1E+8	[1E+6÷1E+7], p	1E+6÷1E+7	[1E+5÷1E+6], p	1E+5÷1E+6	[<1E+5], p
58	3E-4	2E-2	Zr, ZrO ₂	2E+7÷2E+8	>1,5E+6, p	2E+6÷2E+7	3E+5÷1,5E+6, p	2E+5÷2E+6	<3E+5, p
59	3E-4	2E-2	∑TR (TR _{Cc} +TR _V)	2E+7÷2E+8		2E+6÷2E+7		2E+5÷2E+6	
60	6E-2	4E-2	Sr	4E+7÷4E+8	>5E+5	4E+6÷4E+7	1E+5÷5E+5	4E+5÷4E+6	<1E+5
61	7	4E-2	Cl	4E+7÷4E+8	[1,5E+8÷5E+8]	4E+6÷4E+7	[5E+7÷1,5E+8]	4E+5÷4E+6	[<5E+7]
62	2E-2	6E-2	Ba, BaSO ₄	6E+7÷6E+8	>3E+6, p	6E+6÷6E+7	1E+6÷3E+6, p	6E+5÷6E+6	<1E+6, p
63	4	6E-2	S	6E+7÷6E+8	>2E+7	6E+6÷6E+7	2E+6÷2E+7	6E+5÷6E+6	<2E+6
64	1E-1	6E-2	F	6E+7÷6E+8	>5E+6	6E+6÷6E+7	1E+6÷5E+6	6E+5÷6E+6	<1E+6
65	1E-2	7E-2	Mn	7E+7÷7E+8	>3E+7, p	7E+6÷7E+7	3E+6÷3E+7, p	7E+5÷7E+6	<3E+6, p
66	5E-2	9E-2	P, P ₂ O ₅	9E+7÷9E+8	>5E+7, p	9E+6÷9E+7	1E+7÷5E+7, p	9E+5÷9E+6	<1E+7, p
67	10	1E-1	C (нефть)	1E+8÷1E+9	>6E+7	1E+7÷1E+8	1,5E+7÷6E+7	1E+6÷1E+7	<1,5E+7
68	3E-3	4E-1	Ti, TiO ₂	4E+8÷4E+9	>1E+7, p	4E+7÷4E+8	3E+6÷1E+7, p	4E+6÷4E+7	<3E+6, p
69	4	1	Mg, MgCO ₃	1E+9÷1E+10	>1E+8, p	1E+8÷1E+9	1E+7÷1E+8, p	1E+7÷1E+8	<1E+7, p
70	2	3	K	3E+9÷3E+10	>5E+8, p	3E+8÷3E+9	1E+8÷5E+8, p	3E+7÷3E+8	<1E+8, p
71	6	3	Na	3E+9÷3E+10	>1E+9, p	3E+8÷3E+9	1E+8÷1E+9, p	3E+7÷3E+8	<2E+8, p
72	14	3	Ca	3E+9÷3E+10	[1E+8÷1E+9], p	3E+8÷3E+9	[1E+7÷1E+8], p	3E+7÷3E+8	[1E+6÷1E+7], p
73	1E-1	4	Fe	4E+9÷4E+10	>3E+8, p	4E+8÷4E+9	5E+7÷3E+8, p	4E+7÷4E+8	<5E+7, p
74	1E-1	8	Al	8E+9÷8E+10	[1E+8÷5E+8], p	8E+8÷8E+9	[2,5E+7÷1E+8], p	8E+7÷8E+8	[<2,5E+7], p
75	6	30	Si	3E+10÷3E+11		3E+9÷3E+10		3E+8÷3E+9	

Пр и м е ч а н и е. С_p — средние концентрации в мировом поверхностном стоке (при общей минерализации вод М ~100 мг/л), С_{МО} — то же, в пересчете на минеральный остаток (при М десятки–первые сотни мг/л), К_В — кларки (средние содержания) элементов верхней части континентальной коры, С_p, С_{МО}, К_В по [1] с уточнениями; в квадратных скобках по [8].

ка среднего по запасам этих элементов месторождения, а также может служить предпосылкой для обсуждения вопроса о возможности обнаружения здесь кимберлитового магматизма, например туффизитов. В небольшом объеме охарактеризованы участки Усть-Чуро (приблизительно в 60 км к северо-северо-востоку от участка Усть-Няндони) и Усть-Слюдянка (на северо-западном окончании оз. Байкал). В обоих случаях гидрогеохимическая специализация (и ее интенсивность) территорий ана-

логична участку Усть-Няндони, однако концентрации Au, TR, платиноидов в водах выше, что указывает на необходимость проведения здесь дополнительных работ, поскольку запасы возможных месторождений превышают таковые для участка Усть-Няндони. Особенно это касается участка Усть-Слюдянка, где аномальные значения содержания золота и некоторых других указанных элементов соответствуют возможности образования крупных месторождений.

Гидрогеохимическая проба из р. Улахан-Тарын-Юрях близ пос. Нелькан характеризует Малтанский рудный узел (в его пределах имеются небольшое золоторудное месторождение Сана и среднее золото-сурьмяное месторождение Малтан) и смежные территории (~3000 км²). Если принять данные этой пробы за характеристику рудного района, то в соответствии с рисунками и таблицей в его пределах могли образоваться крупные месторождения: Au (~1400 т), Sb (~30 000 т), Sn (~200 000 т), Pd (~60 т), TR_{Ce} (~3·10⁷ т), TR_Y (~2·10⁷ т), Se, Ru, Rh, Cs, Re. Аномальные концентрации элементов в пробе с водосборной площади верхнего течения р. Хандыга указывают на возможность образования в этом районе средних по запасам месторождений Au, платиноидов, TR, Ag, Sn, Te, Pb.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Антипов В.С.* Выявление и оценка рудоперспективных площадей по ареалам современной активизации недр с использованием полихронной тепловой космической съемки // Отечественная геология. 2004. № 3. С. 24–33.
2. *Антипов В.С.* Космогеологические, геофизические и гидрохимические критерии выделения рудоконтролирующих структур при прогнозировании медно-никелевых месторождений (на примере Печенгско-Аллареченского района) // Исследование Земли из космоса. 1990. № 5. С. 34–37.
3. *Антипов В.С.* Оценка рудоносности территорий по космоспектральным данным и гидрохимическим аномалиям // Отечественная геология. 1999. № 5. С. 11–16.
4. *Антипов В.С.* Региональные положительные аномалии естественного электрического поля над структурами рудных полей и месторождений // Методы разведочной геофизики. Геологическая и экономическая эффективность новых геофизических разработок. Л., 1985. С. 78–85.
5. *Антипов В.С.* Рудоконтролирующие аномалии ареалов активизации недр (металлогения эндодинамических аномалий) // Вестн. СПбГУ. Сер. 7. Вып. 3 (№ 23). 2002. С. 54–64.
6. *Вартамян Г.С.* Флюидосфера и эндодренажные системы Земли как ведущие факторы геологической эволюции // Отечественная геология. 2000. № 6. С. 14–22.
7. *Захаров М.Ю., Луян Е.А., Мазуров А.А.* Программы обработки данных прибора AVHRR спутников серии NOAA для персональных компьютеров // Исследование Земли из космоса. 1993. № 4. С. 62–68.
8. *Минеральное сырье* / Под ред. В.П.Орлова // Краткий справочник. М., 1999.
9. *Овчинников Л.Н.* Прогноз рудных месторождений. – М.: Недра, 1992.
10. *Пронин А.П.* Современная флюидная активность на эндогенных месторождениях: прогнозно-поисковые и геоэкологические значения // Геологический вестник центральных районов России. 1998. № 4–5. С. 19–25.
11. *Рундквист Д.В., Рундквист И.К.* Металлогения на рубеже столетия // Вестн. РАН. 1994. Т. 64. № 7. С. 83–605.
12. *Уломов В.И.* Программа исследований по проблеме «Сейсмичность и сейсмическое районирование Северной Евразии» // Сейсмичность и сейсмическое районирование Северной Евразии. М., 1993. Вып. 1. С. 24–25.
13. *Antipov V.S.* Satellite-used GIS evaluation of potential value of earth's blocks // Extended abstracts international conference «GIS in geology». 13th–15th of November. 2002. Moscow, 2002. P. 7–11.