

УДК 523.681-36;523.681-52

## МЕТЕОРИТЫ АЛТАЯ: КЛАССЫ, СОСТАВ И ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

<sup>1</sup>Гусев А.И., <sup>2</sup>Гусев Н.И., <sup>1</sup>Волкова О.Ю.

<sup>1</sup>Алтайская государственная академия образования им. В.М. Шукшина,  
Бийск, e-mail: anzerg@mail.ru;

<sup>2</sup>Всероссийский геологический институт им. А.П. Карпинского (ВСЕГЕИ), Санкт-Петербург

В статье приведены данные о выпадении метеоритов на территории Алтая. В регионе намечены две трассы наиболее частого падения метеоритов: на юго-западе Алтая и в районе Бийска. Описаны 3 метеорита: железный с троилитовой фазой (Курайский), углистый хондрит (Бийский) и железный метеорит (Масальский). Курайский метеорит относится к числу древних, упавших на Землю в позднем карбоне и законсервированном в пласте каменного угля. Бийский углистый хондрит упал в районе г. Бийска в 2007 году. Масальский метеорит упал в 2009 году в районе села Масальского и весил приблизительно 400–500 кг. Изучены химические составы метеоритов. В Курайском метеорите выявлен тетрадный эффект фракционирования редкоземельных элементов М-типа. Курайский и Бийский метеориты уверенно отнесены к группе метеоритов Солнечной системы. В Масальском метеорите установлены весьма крепкие фазы, не поддающиеся дроблению. Предполагается, что Масальский метеорит является пришельцем из далёкого космоса и не относится к Солнечной системе.

**Ключевые слова:** метеориты, классы метеоритов, фазы, углистый хондрит, троилитовая фаза, Солнечная система, космос

## METEORITES OF ALTAI: CLASSIS, COMPOSITION AND GEOCHEMICAL PECULIARITIES

<sup>1</sup>Gusev A.I., <sup>2</sup>Gusev N.I., <sup>1</sup>Volkova O.Y.

<sup>1</sup>The Shukshin Altai State Academy of Education, c. Biisk, anzerg@mail.ru;

<sup>2</sup>A.P. Karpinsky Russian Geological Research Institute, Sant-Petersberg

Data of downfall meteorites on territory of Altai devoted in paper. Two routes of more downfall of meteorites marked in region: on the south-west of Altai and in the district of Biisk. Three meteorites writed: iron with troilite phase (Kuraiskii), carbonaceous chondrite (Biiskii) and iron meteorite (Masalskii). Kuraiskii meteorite refer to ancient meteorite, downfalling on the Earth in later carboniferous and preserved in the bed of hard coal. Biiskii carbonaceous chondrite fall in the 2007 year in the district of city Biisk. Masalskii meteorite fall in the 2009 year in the district of the village Masalskaja and weighed 400–500 kg approximately. The chemical composition of meteorite studed. The tetrad effect fractionation of rare earth elements of M-type discovered in the Kuraiskii meteorite. Kuraiskii and Biiskii meteorites refered to meteorites of Sun System steady. Extremely strong phases arranged in Masalskii meteorite that its did not defy rolling. Masalskii meteorite appear newcomer from far cosmos presumably and it is not carry to Sun system.

**Keywords:** meteorites, classis of meteorites, phasis, route, carbonaceous chondrite, troilite phase, Sun system, kosmos

На Алтае выпадали в далёком прошлом и в настоящее время фрагменты метеоритов, которые можно отнести к нескольким классам метеоритов. Уникальной находкой упавшего в далёком прошлом метеорита является осколок существенно железного состава, обнаруженного в пласте каменного угля Курайского месторождения на Восточном участке. Согласно сводке Интернета таких находок в Мире насчитывается немногим более двух десятков.

Как известно, Курайское каменноугольное месторождение локализуется в существенно терригенных породах кызылташской свиты верхнего карбона. Скорее всего, метеорит упал в тот бассейн, в котором происходило накопление растительных остатков, превращённых в последующем в каменный уголь. Законсервированный метеорит класса железных пролежал в пласте до настоящего времени и назван Курайским. Размер фрагмента метеорита 5×7 см.

Поверхность его окисленная, покрыта коркой гидрооксидов железа. Внутренняя часть метеорита тонкозернистая, металлического блеска, серо-желтоватой окраски, состоящая из двухвалентного железа в виде троилитовой фазы с примесями марганца, хрома, титана, никеля, кобальта, молибдена и других компонентов. Состав элементов приведен в табл. 1.

Курайский метеорит характеризуется повышенными концентрациями Sc, V, Cr, Ni, Co, Cu, Zr, Nb, Mo, Ce. На спайдер-диаграмме проявлен отчётливый максимум по церию (рис. 1).

В Курайском метеорите проявлены: европиевый минимум ( $Eu/Eu^* = 0,0058$ ) и тетрадный эффект фракционирования редкоземельных элементов М-типа по А. Масуда [3] (выпуклая кривая) (см. рис. 1). Величина тетрадного эффекта весьма высокая,  $TE_{1,3}$  составляет 2,93 (табл. 2), значительно превышающую пороговое значение (1,1).

Таблица 1

Химический состав метеоритов (в г/т)

Химические элементы	Метеориты		
	Курайский (железный с троилитовой фазой)	Бийский (углистый хондрит)	Масальский (железный)
Be	0,979	0,79	< 0,1
Sc	37,064		
Ti	847,851		
V	71,028	8,18	103
Cr	2251,062		849
Mn	2075,813		
Co	56,594		108
Ni	882,196		561
Cu	570,481		688
Zn	5,512		140
Ga	3,719		11,2
Rb	0,494	< 0,2	7,96
Sr	9,422	479	27,1
Y	3,342	3,03	5,02
Zr	43,607	8,34	15,5
Nb	12,442	0,7	3,1
Mo	164,477	2,77	20,0
Cd	0,185		
Cs	2,214		
Ba	15,901	611,0	57,4
La	4,409	1,65	3,35
Ce	22,935	2,8	6,4
Pr	1,983	0,27	0,95
Nd	8,881	0,87	3,87
Sm	1,989	0,2	0,69
Eu	0,043	0,67	0,11
Gd	1,894	0,21	0,65
Tb	0,315	0,03	0,091
Dy	1,858	0,2	0,88
Ho	0,340	0,049	0,18
Er	0,867	0,08	0,53
Tm	0,131	0,018	0,085
Yb	0,557	0,024	0,58
Lu	0,080	< 0,005	0,097
Hf	1,153	0,13	0,66
Ta	0,997	< 0,1	0,16
Pb	0,379		7,78
Th	2,969	0,12	1,16
U	2,266	< 0,1	0,33
Sn			20,6
W			29,5
Ag			0,27
As			84,0
Bi			0,16
(La/Yb) <sub>N</sub>	5,36	46,7	3,78
(La/Sm) <sub>N</sub>	1,39	5,22	3,06
(Gd/Yb) <sub>N</sub>	2,76	7,08	0,88
Eu/Eu*	0,0058	0,87	0,043

Примечание. Анализы выполнены: Курайский метеорит – в Лаборатории ИМГРЭ (г. Москва); Бийский и Масальский метеориты – в Лаборатории ВСЕГЕИ (г. Санкт-Петербург) методом ICP-MS. Нормализация выполнена относительно хондритовых значений по [4].  $Eu^* = (Sm_N + Gd_N)/2$ .

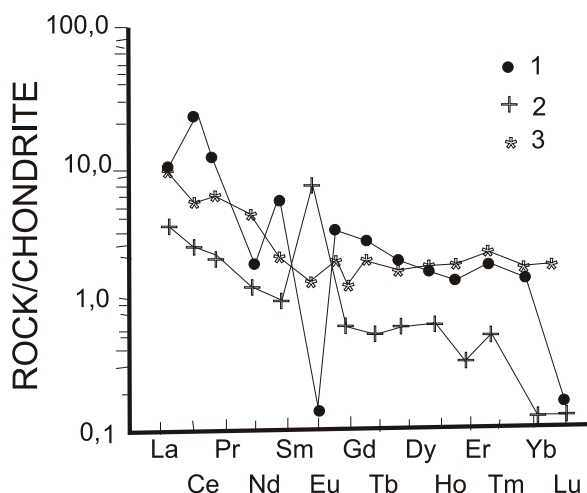


Рис. 1. Спектры распределения РЗЭ в метеоритах Алтая. Метеориты: 1 – Курайский; 2 – Бийский; 3 – Масальский

Величины отношений Y/No, Eu/Eu\*, La/Lu, Sr/Eu в Курайском метеорите с троилитовой фазой значительно отличаются от таких средних значений в хондритах (табл. 2).

В настоящее время и в ближайшем прошлом на территорию Алтая выпадают и выпадали метеориты наиболее часто в двух ареалах. Один из них проходит через ряд районов Алтайского края вдоль его юго-западной границы с Казахстаном, где наблюдается своеобразная «Космическая метеоритная трасса». По кучности найденных осколков метеоритов ученые определили, что вдоль линии, по которой на карте находятся села: Зеленая Поляна – Полуямки – Ащегуль – Ракиты – Преображенка – Угловское, в течение длительного периода выпадали сильные метеоритные дожди.

Вторая трасса осколков, выпавших в прошлые времена, проходила перпендикулярно указанной выше трассы. Если более подробно и глубже изучить события, происходившие примерно 20 млн лет назад в космическом пространстве нашей Вселенной, и сопоставить их с известными науке и еще изучаемыми фактами – открытиями, то наблюдается довольно понятная и стройная картина «метеоритной бомбардировки» Алтайского края в прошлом. На основании известных научных данных и находок, можно с полной уверенностью утверждать, что «Метеоритная трасса» в далеком прошлом на Алтае, пролегла почти перпендикулярно сегодняшней и проходила по Бийскому району. Когда в космическом околоземном пространстве произошла глобальная катастрофа: – Астероид, ударивший в лунную поверхность, отколол от поверхности Луны огромную массу вещества и силой своего удара бросил эту массу на Землю, большей частью это вещество выпало на Землю

именно в Алтайском крае и вот уже порядка 20 млн лет Бийская земля хранит эту тайну. Можно с уверенностью утверждать, что ископаемые метеориты лежат в нашей земле. Однако несколько лет назад в Бийском районе найден метеорит, упавший совсем недавно и высказанную гипотезу следует уточнить.

Таким необычным Алтайским метеоритом является находка 2007 года студента ЕГФ Алтайской государственной академии образования, который увидел упавший камень. Подняв его, он ощутил его горячим. Найден метеорит вблизи г. Бийска и назван Бийским. Метеорит небольшой по размеру (4×6 см), чёрного цвета, напоминающий уголь. Это метеорит класса углистых хондритов. Углистые хондриты выпадают редко. Своё название они получили по внешнему виду, поскольку они представляют тёмно-серые или чёрные камни, похожие на каменный уголь. Кроме обычных силикатов в этих хондритах присутствуют гидратированные минералы – продукты взаимодействия оливина и пироксена с водой. Это серпентин, хлорит и некоторые другие. Встречается органическое вещество: углеводороды, углеводы, асфальты, жирные кислоты и аминокислоты. Они придают как раз тёмную окраску облику метеоритов. По атомным соотношениям углистые хондриты наиболее близки к химическому составу Солнца, точнее его нелетучей тугоплавкой части. Они представляются наименее фракционированным веществом Солнечной системы.

Бийский метеорит характеризуется повышенными концентрациями стронция и бария и минимальными содержаниями рубидия, тантала, лютеция, урана (см. табл. 1). В нём проявлен европиевый максимум (см. рис. 1), а значение тетрадного эффекта не превышает пороговых значений для M и W типов тетрадного эффекта (табл. 2).

Таблица 2

Отношения химических элементов и значения тетрадного эффекта фракционирования РЗЭ в найденных метеоритах и в хондритах

Найденные метеориты и хондриты	Y/Ho	Eu/Eu*	La/Lu	Zr/Hf	Sr/Eu	TE <sub>1,3</sub>
Курайский (железный)	9,82	0,0058	55,11	37,82	219,11	2,93
Бийский (углистый хондрит)	61,83	0,87	330,0	32,2	11,7	0,92
Масальский (железный)	27,89	0,043	34,5	23,5	246,36	0,93
В хондритах	29,0	0,32	0,975	36,0	100,5	-

Примечание. TE<sub>1,3</sub> – тетрадный эффект фракционирования редкоземельных элементов по В. Ирбер [2]. Eu\* = (Sm<sub>N</sub>+Gd<sub>N</sub>)/2. Значения РЗЭ нормированы по хондриту по [4].

В Бийском углистом хондрите весьма дифференцированное распределение редкоземельных элементов, на что указывают высокие отношения (La/Yb)<sub>N</sub>, (La/Sm)<sub>N</sub>, (Gd/Yb)<sub>N</sub> (см. табл. 1). При этом сильно дифференцированы все группы РЗЭ – лёгкие, средние и тяжёлые.

В 2009 году на юго-западе Алтайского края недалеко от посёлка Масальского обнаружен метеорит массой 400–500 кг с сильно окисленной поверхностью. Это железный метеорит с ярко проявленной глобулярной текстурой. Величина железных глобулей 2–5 мм. Особенно хорошо видны

глобули на пришлифованной поверхности (рис. 2). Глобули погружены в основную массу, состоящую из железа и неидентифицированного материала. Метеорит обладает высокой магнитностью. Характерно, что при дроблении метеорита в Лаборатории ВСЕГЕИ (г. Санкт-Петербург) часть материала не была издроблена из-за крепости неидентифицированных фаз. Силикатный анализ издробленной части Масальского метеорита выявил 65,1% FeO при полном отсутствии в его составе Si, Al, Fe<sup>3+</sup>, Na, K, Mg. В табл. 1 приведен анализ лишь из дробленной части метеорита методом ICP-MS.



Рис. 2. Фото Масальского метеорита. Справа – анилиф метеорита с глобулями железа

В составе Масальского метеорита в повышенных концентрациях присутствуют ванадий, хром, кобальт, никель, медь, цинк (см. табл. 1). В спектре редких земель едва заметна слабая негативная аномалия по европию (см. рис. 1). Величины отношений Zr/Hf, Eu/Eu\*, La/Lu, Sr/Eu в Масальском метеорите значительно отличаются от таковых в хондритах (см. табл. 2).

Таким образом, на Алтае выпадают различные метеориты. Если первых два класса – железный с троилитовой фазой Курайский и Бийский углистый хондрит можно с уверенностью отнести к метеоритам нашей Солнечной системы, то Масальский же-

лезный метеорит, возможно, является пришельцем из далёкого космоса. Требуется доизучение этого метеорита более тонкими методами исследования, которые, возможно, прольют свет на природу этого метеорита.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Anders E., Greevesse N. // Geochim. Cosmochim. Acta. 1989. – Vol. 53. – P. 197–214.
2. Irber W. // Geochim. Cosmochim. Acta. – 1999. – Vol. 63. – P. 489–508.
3. Masuda A., Ikeuchi Y. // Geochim. J. – 1979. – Vol. 13. – P. 19–22.
4. Taylor S.R., McLennan S.M. The continental crust: its composition and evolution. – Blackwell, Oxford, 1985. – 298 P.