ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ОБСТАНОВКИ И ВОЗРАСТНЫЕ РУБЕЖИ ФОРМИРОВАНИЯ РЕДКОМЕТАЛЬНОГО ОРУДЕНЕНИЯ ЗАПАДНОЙ МОНГОЛИИ

В.А Говердовский*, А.С. Борисенко, А.А. Оболенский, В.А. Пономарчук, Бабич В. В.
* Горнорудная компания «Металлы Алтая», г. Горно-Алтайск
Объединенный Институт геологии, геофизики и минералогии СО РАН, г. Новосибирск

Западная Монголия является частью Алтайской редкометальной провинции, включающей Российскую, Монгольскую, Китайскую и Казахстанскую части Большого Алтая. На её территории проявлен широкий спектр редкометального оруденения, относимого к Sn-W, Mo-W грейзеновой, W (шеелитовой) штокверковой, олово-сульфидной, ртутно-сурьмяно-вольфрамовой, оловянной пегматитовой, медно-кобальт-вольфрамовой, редкометально-редкоземельной и другим рудным формациям. До последнего времени возраст формирования большинства из них обосновывался в основном по геологическим данным и результатам датирования K-Ar методом и связывался с

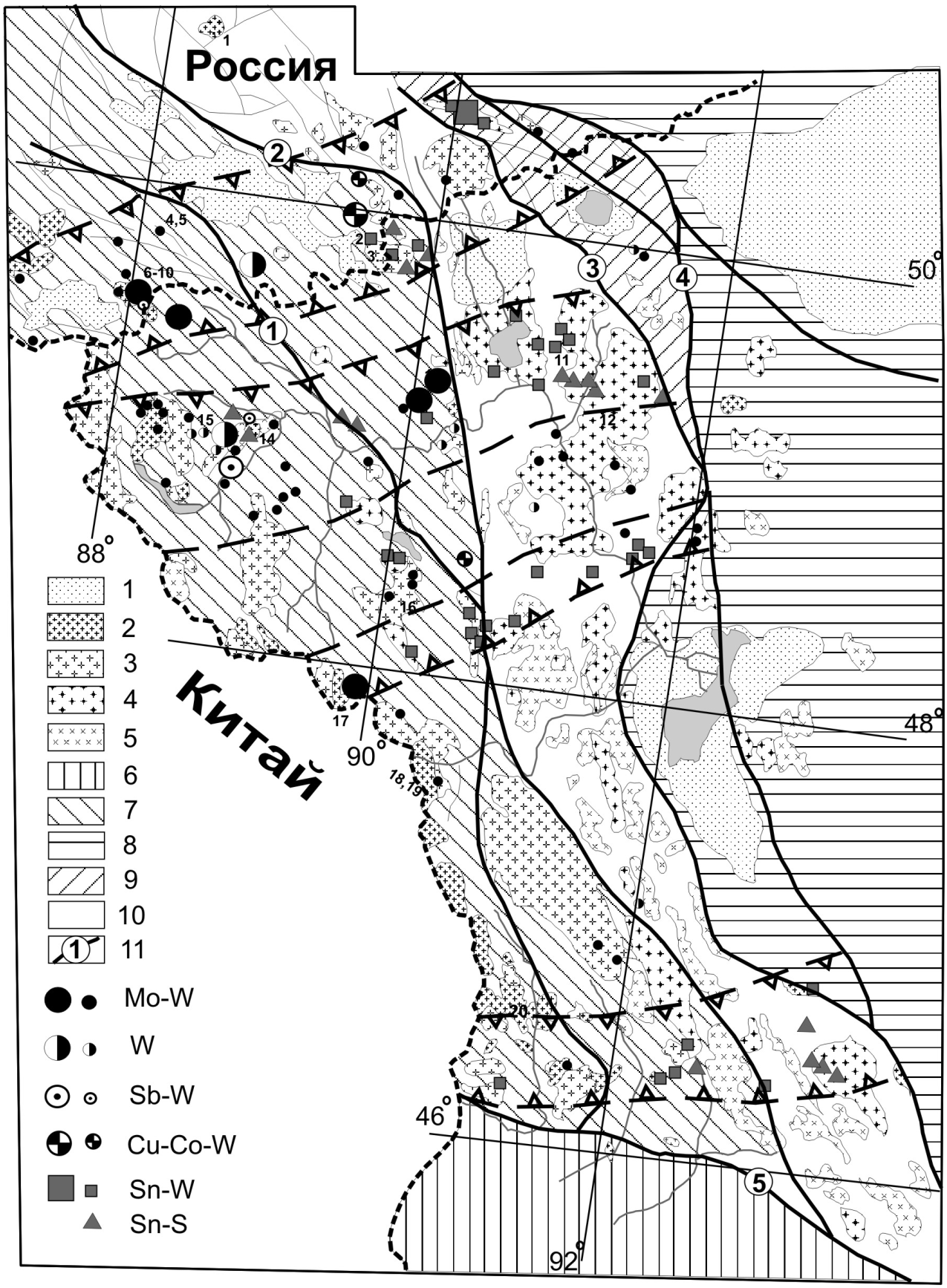

Рис.1. Схема размещения редкометального оруденения Западной Монголии

1- кайнозойские впадины; 2-5 - гранитоидные массивы: 2-граниты, лейкограниты Mz_1, 3 -граниты, лейкограниты D_1-D_3, 4- граниты, лейкограниты D_3-C_1, 5 - граниты, гранодиориты, диориты O_3-S; 6 - герциниды юга Монголии; 7 - 10 - основные террейны: 7 - Алтае-Монгольский, 8 - Озерный, 9 - Цаганшибетинский, 10 - Кобдинский; 11 - разломы: 1- Теректинско-Толбонурский. 2 - Курайско - Кобдинский, 3 - Байримский, 4 - Цаган-Шибетинский, 5 - Булганский. Редкометальное оруденение: Mo-W - молибден-вольфрамовое грейзеновое и пегматитовое; Sb-W - ртутно-сурьмяно-вольфрамовое; Cu-Co-W - медно-кобальт-вольфрамовое; Sn-W - олово-вольфрамовое грейзеновое; Sn-S - олово-сульфидное.

позднегерцинским этапом развития региона [1]. Полученные в последние годы результаты изотопно-геохронологического изучения (U- PЬ, Ar-Ar, Rb-Sr методы) гранитоидного магматизма Российского Алтая, проведенного А.Г.Владимировым с соавторами [2,3] и Монгольского Алтая [4], позволили существенно скорректировать схему последовательности развития гранитоидного магматизма и пересмотреть представления о времени формирования редкометального оруденения Алтая. Полученные нами и другими исследователями результаты по возрасту руд редкометальных месторождений этого региона позволяют говорить о полихронности его формирования и связи с гранитоидным магматизмом разновозрастных коллизионных и постколлизионных этапов (табл. 1). На современном уровне изученности этой проблемы намечается по крайней мере пять таких этапов, с которыми связано разнотипное редкометальное оруденение: раннепалеозойский (O-S), раннедевонский (D_{1-2}), позднедевонский- раннекаменноугольный (D_3-C_1), позднепалеозойский (P) и раннемезозойский (T).

С наиболее ранним из них, раннепапеозойским, связано шеелитовое штокверковое оруденение (с Bi, Au, Cu), наиболее полно проявленное в гранитоидах Цагангольского массива (рис. 1). Сразу следует отметить, что этот массив является полихронным и сложен разными по составу фазами ордовикского (O_3), среднепалеозойского (D_{2-3}) и раннемезозойского возраста.. Возраст наиболее ранних лейкогранитовых турмалин–мусковитовых гранитов составляет 440 млн. лет [5], а локализованного в них штокверкового шеелитового с Au, Bi, Cu оруденения, по данным Ar–Ar метода, – 423,4± 3,4 млн. лет (мусковит из грейзенов). С Цагангольским массивом пространствено ассоциирует Au–Sb–W оруденение (месторождение Кобдогол и участок Ценгел). Их руды сложены ферберитом, шеелитом, антимонитом и золотом (до 5.2 г/т). Возраст такого оруденения пока не установлен. Au–Bi–W оруденение и аналогичные по геохимическим особенностям скарновые месторождения отмечаются в связи с O-S гранит–гранодиоритовыми массивами и в других регионах Алтая.

К более позднему этапу (D_{1-2}) относится метаморфогенная стратиформная шеелитовая минерализация в метаморфических толщах (шеелит в кварцитах и будинах карбонатных пород), кварц-шеелитовые жилы в грейзеноподобных образованиях среди мигматизированных пород, а также шеелит в пегматитах. Она связана с образованием зональных метаморфических комплексов, сформировавшихся в ходе аккреционно-коллизионных событий на рубеже D_{1-2}. Данные изотопного датирования метаморфических пород Тургундинского, Южно-Чуйского, Курайского, Телецко-Башкаусского (Российский Алтай) и Моген-Буренского, Бодончинского комплексов (юг Монгольского Алтая) свидетельствует об их ранне-среднедевонском возрасте [6,7,8]. Более древние значения - 418-415 млн. лет - получены для пород Тургундинского метаморфического комплекса [6], а более молодые - 375-365 млн.лет - для Бодончинского [8]. Для пегматитов Моген-Буренского комплекса нами определен возраст 381 ± 2,2 млн. лет. В целом интервал значений возраста метаморфических пород составляет 418-365 млн.лет (S_2– D_3) и совпадает с возрастом гранит-гранодиоритовых интрузий Монгольского Алтая (табл. 1, рис. 1). К этим образованиям приурочены обширные шлиховые ореолы шеелита, хотя промышленно значимых месторождений вольфрама с ними не выявлено.

Со следующим, позднедевонско-раннекаменноугольным ($D_3 – C_1$) этапом связано становление крупных гранит-лейкогранитных интрузий, широко развитых в Алтае-Монгольском, Кобдинском и других террейнах. На большой территории они синхронизированы по времени становления (360 ±10 млн. лет) (табл. 1) и характеризуются Sn-W редкометальной металлогенической специализацией (рис. 1). Наиболее крупные массивы таких гранитов, относимых к Хархиринскому комплексу, располагаются в Кобдинском террейне (Хархиринский, Ачитнурский, Улунгобийский, Мараинский и др.). К ним приурочены проявления Sn-W грейзенового (Ачитнурская группа), олово-сульфидного (Шибергольская группа) и олово-редкометальных пегматитов. Для гранитоидов этого комплекса весьма характерен акцессорный касситерит. В юго-восточной Туве с интрузией таких гранитов связано Булыктинское Sn-W грейзеновое месторождение, возраст которого по данным Ar-Ar датирования мусковита составляет 360 млн. лет. В пределах Алтае-Монгольского террейна также отмечаются проявления Sn-W грейзенового и олово-сульфидного оруденения в связи с интрузиями, близкими к гранитоидам Хархиринского комплекса. В структурах Делюно-Юстыдского прогиба к порфировидным биотитовым гранитам Юстыдского комплекса приурочено Sn-W грейзеновое и Cu-Co-W (шеелит) оруденение, тяготеющее в основном к эндо - и экзоконтактовым частям массивов. Возраст Юстыдского массива по данным U-Pb метода составляет 355.7 ±8.6 млн.лет [9,10], а руд одноименного Sn-W-грейзенового проявления 352 ±6 млн.лет (Ar-Ar метод, мусковит). Вместе с тем не все оловянное оруденение, пространственно связанное с гранитами Юстыдского и Хархиринского комплексов, является среднепалеозойским. Так, на Ачитнурском месторождении Sn-W руды наложены на дайки и штоки амазонитовых гранитов, возраст которых составляет 265.9 ±3.5 млн. лет (амазонит, Ar-Ar метод). Такого же типа дайки установлены в южной части Толбонурского массива, где с ними ассоциирует касситеритовая минерализация. С пермскими лейкогранитовыми интрузиями в ряде районов Монгольского Алтая отмечаются шлиховые ореолы касситерита. Масштабы проявления редкометального оруденения позднепалеозойского этапа в Западной Монголии неясны, более полно оно проявлено в пределах китайской части Алтая.

Наиболее крупные редкометальные объекты рассматриваемого региона связаны с раннемезозойским металлогеническим этапом. Они представлены Mo-W грейзеновыми месторождениями: Уланульское, Нарингольское, Сагсайское, Цинкукское в Монгольском Алтае; Калгутинским, Чиндагатуйским и другими в юго-восточной части Российского Алтая. Они пространственно связаны с многофазными интрузиями редкометальных гранитоидов триасового возраста (табл. 1). Время формирования самих массивов охватывает интервал 228-218 млн. лет, а проявленных в них даек и штоков гранит-порфиров - 215-213 млн. лет, онгонитов, калгутитов - 204-190 млн. лет. С такими полихронными массивами связано формирование многоэтапного редкометального оруденения. Наиболее детально оно изучено на Калгутинском Mo-W грейзеновом месторождениии. Возраст гранитов Калгутинского массива по данным Rb-Sr датирования составляет

228 ±5.4 млн. лет. [11]. Время формирования молибденита из грейзенизированных гранитов участка «Молибденовый шток» по данным Re-Os датирования молибденита равен 220 ±1 млн.л. [12], а мусковита из этих образований - 218 ±1 млн.лет. (Ar-Ar метод).

1. Результаты изотопно-геохронологического изучения гранитоидного магматизма и редкометального оруденения Западной Монголии и прилегающих районов Горного Алтая

Гранитоидные массивы, месторождения	Породы, руды	Возраст, в млн.. л.	Метод определения	Литературный источник
Цагангольский (14)*	Турмалин-мусковитовый гранит	440	K-Ar	5
Бор-Бургас м-ние (15)	Шеелитовый штокверковый	423,4 ± 3,4	Ar-Ar	1
Тургундинский	Метаморфические комплексы	418-415 ± 3	Ar-Ar	6
Южно-Чуйский	Метаморфические комплексы	409,5 ± 1,1 392,6 ± 40	U-Pb	7
Телецко-Башскаусский	Метаморфические комплексы	406 ± 6– 394 ± 3	Ar-Ar	8
Курайский	Метаморфические комплексы	384-377 ± 14	Ar-Ar	8
Бодончинский	Метаморфические комплексы	375-365	U-Pb	4
Толбонурский (16)	Лейкограниты, граниты	397 ± 5	U-Pb	18
		386 ± 16	Rb-Sr	18
Алтайский (21)	Граниты, гранодиориты	386 ± 10	U-Pb	18
Могенбуренский (6)	Пегматиты	380,6 ± 0,5	Ar-Ar	1
Юстыдский (3)	Биотитовые граниты	355,7 ± 8,6	U-Pb	9
Юстыдское м-ние (2)	Касситерит-вольфрамитовый	352 ± 6	Ar-Ar	1
Чиктинский шток	Лейкограниты	349,9 ± 3,2 357+21	Ar-Ar Rb-Sr	2 2
Хархиринское (12)	Лейкограниты	365 ± 5 345 ± 10	U-Pb Rb-Sr	18 18
Чигэртэйский (18)	Лейкограниты	365 ±10	U-Pb	18
Тойтогушский (11)	Плагиогранит	310 ± 10	U-Pb	18
Хархиринский (5)	Амазонитовый гранит	265,9 ± 3,5	Ar-Ar	1
Кунгурджаринский	Турмалин-мусковитовый лейкогранит	240±1 235+9	Ar-Ar Rb-Sr	19 19
Тархатинский	Сиенодиориты	240 ± 1	U-Pb**	20
Курагу	Граниты	238 ± 4,7	U-Pb	17
Атуркольский (1)	Граниты	237 + 4,4	U-Pb	17
Калгутинский (6)	Лейкограниты	228 ± 5,4	Rb-Sr	11
Чигэртэйский (19)	Лейкограниты	225±10	U-Pb	18
Сагсайский (17)	Лейкограниты	225±10	U-Pb	18
Индертинский (20)	Лейкограниты	218±10	Rb-Sr	1
Калгутинское м-ние	Mo-W грейзеновое	220 ± 1	Re-Os	12
Калгутинский	Гранит-порфиры	218 ± 1	Ar-Ar	1
Уланульский (8)	Гранит-порфиры	214,9±0,7	Ar-Ar	1
Кунгурджаринский (13)	Сподуменовый аплит	213±21	Rb-Sr	2
Калгутинскоем-ние	Mo-W грейзеновое	213,8 ±2,4	Ar-Ar	1
	Mo-W грейзеновое	213 ± 1	Re-Os	12
Калгутинский	Гранит-порфиры, онгониты, калгутиты	202,4±0,8- 204±7,8	Ar-Ar	2

Примечание: *в скобках номер массива на карте, **методом лазерной абляции.

С более поздним этапом становления Калгутинского массива связано возникновение даек и штоков гранит-порфиров и молибденит-вольфрамитовых жил в грейзенизированных гранитах. Время формирования последних по данным Ar-Ar метода составляет 213.8 ±2.4. млн. лет (мусковит), Re-Os метода - 213 ±1 млн. лет. Этому же этапу отвечает формирование даек гранит-порфиров на Уланульском (Кызыл- Тау) Mo-W месторождении и аплитов в Кунгурджаринском массиве (табл. 1). С еще более поздним этапом связано внедрение даек онгонитов, эльванов и калгутитов в пределах Калгутинского массива, возраст которых определяется по Ar-Ar методу в 204 ±7.8 - 190 млн. лет.

Соотношение даек и оруденения таково, что они синхронны по времени – являются внутрирудными, пересекают и пересекаются кварцевыми жилами с вольфрамитом и молибденитом. Следует отметить, что дайки и штоки гранит-порфиров, аплитов и онгонитов отличаются по металлогенической специализации от редкометальных гранитов с Mo-W грейзеновым оруденением. С ними связана Li-Ta-Nb с касситеритом минерализация (Алахинское месторождение). Она проявлена, как правило, обособленно от Mo-W грейзеновой и лишь в пределах Калгутинского месторождения произошло их пространственное совмещение.

Закономерности размещения редкометального оруденения Западной Монголии.

Редкометальное оруденение Алтая прослеживается в субмеридиональном направлении более чем на 1000 км от северных его районов до южных отрогов на территории Монголии. Несмотря на общее меридиональное простирание основных разрывных структур и ареалов развития разновозрастного гранитоидного магматизма, редкометальное оруденение локализуется преимущественно в виде рудных зон субширотного или северо-восточного простирания, что было отмечено В.И. Коваленко и др. [13]. В пределах района выделяются, по крайней мере, четыре таких зоны -Юстыдско-Калгутинская, Уланульская, Сагсайская и Бодончинская , а на севере Горного Алтая известна еще одна - Северо-Алтайская. Они пространственно совпадают с зонами скрытых сквозных секущих разрывных нарушений, выделенными И.К. Волчанской и др. [14] и, в свою очередь, соответствуют зонам ступенчатого изменения гравитационного поля. Таким образом, несмотря на генеральную субмеридиональную (или северо-западную) ориентировку основных структурных элементов этого региона, редкометальное оруденение тяготеет к субширотным зонам, образуя наиболее значимые рудные скопления в виде рудных узлов в участках пересечения этих зон с разломами субмеридионального или северо-западного простирания. В таких участках расположены Юстыдский, Уланульский, Булыктинский и другие рудные узлы. Характерно, что к таким зонам приурочено оруденение разновозрастных этапов и разных формационных типов. Так, в пределах Уланульской рудной зоны проявлено штокверковое шеелитовое оруденение (423,4 млн. лет, месторождение Борбургас в Цагангольском массиве), Mo-W-грейзеновое (Уланульское месторождение, 220–213 млн. лет), Sn-W-грейзеновое (Ачитнурское, 265,9 млн.лет), Au-Sb-W (Кобдогольское), олово-сульфидные проявления в Хархиринском массиве и другие. С Юстыдско-Калгутинской зоной связано среднепалеозойское Sn-W-грейзеновое (Булыктинское, Юстыдское, Каракульское), триасовое Mo-W-грейзеновое (Калгутинское, Чиндагатуйское и др.) и триас- юрское Li – Ta – Nb оруденение (Алахинское месторождение).

В то же время, несмотря на субширотное простирание основных региональных рудных зон, рудовмещающими структурами в пределах рудных узлов и конкретных месторождений являются в большинстве случаев зоны дробления и жилы субмеридионального направления. Такой характер локализации оруденения отчетливо проявлен на Каракульском медно-кобальт-вольфрамовом, Калгутинском, Южно-Калгутинском, Бугузунском, Нурингольском и других молибден-вольфрамовых и Ачитнурском олово-вольфрамовом месторождениях.. Характерно, что выделенные субмеридиональные рудные зоны прослежены только в пределах Алтае-Монгольского и Кобдинского террейнов. В восточной части они срезаются Цаганшибетинским разломом и не прослеживаются в структурах Озерной зоны. С запада размещение редкометального Sn-W и Mo-W оруденения ограничено на Монгольской и Китайской части Алтая зоной Тургенского разлома, а в пределах Горного Алтая - Северо-Восточной зоной смятия. Юго-западнее Тургенского разлома в структурах Алтая на территории ЮЗ Монголии и СЗ Китая прослежен крупный пояс редкометальных пегматитов (Li,Ta,Nb,Be), протягивающийся в северо-западном направлении более чем на 700 км [15,16]. Редкометальные пегматиты приурочены к молодым (P –T) гранитоидам, связанным с крупными сдвиговыми зонами смятия (Иртышская и Тургенская).

Литература

1. Борисенко А.С., Скуридин В.А., Лебедев В.И., и др. Металлогения рудного района Юго-Востока Горного Алтая и Северо-западной Монголии//Закономерности размещения полезных ископаемых. Т.XV. Москва: Наука, 1988, с.131-139.
2. Владимиров А.Г., Шокальский С.П., Пономарева А.П. и др. Позднепалеозойский - мезозойский гранитоидный магматизм Алтая. Геология и геофизика, 1997, т.38, № 4, с.715-729.
3. Владимиров А.Г., Козлов Н.С., Шокальский С.П. и др. «Основные возрастные рубежи интрузивного магматизма Кузнецкого Алатау, Алтая и Калбы». Геология и геофизика, 2001, т.42, № 8, с. 1157-1178.
4. Бибикова Е.В.. Кирнозова Е.В., Козаков И.К. и др. Полиметаморфические комплексы южного склона Монгольского и Гобийского Алтая: результаты U-Pb датирования. Геотектоника, 1992, №2, с. 104 -112.
5. Гранитоидные и щелочные формации в структурах Западной и Северной Монголии // С.П. Гаврилова, Н.С. Зайцев, В.А. Павлов, Р.М. Яшина. М.: Наука, 1975. 288с.
6. Buslov M.M., Saphonova I.Yu., Watanabe T. et al. Evolution of the Paleo-Asian Ocean (Altai-Sayan Region, Sentral Asia) and collision of possible Gondwana-derived terranes with the southern marginal part of the Sibirian continent/ /GeoscienceJ., September 2001, v. 5, № 3, p. 43-56.
7. Плотников А.В., Титов А.В., Крук Н.Н. Среднепалеозойский возраст метаморфизма в Южно-Чуйском комплексе Горного Алтая (результаты Ar-Ar, Rb-Sr и U-Pb изотопного датирования). Геология и геофизика, 2002, № 9, с. 1333-1347.
8. Буслов М.М., Ватанабе Т., Смирнова Л.В. и др. Роль сдвигов в позднепалеозойско-раннемезозойской тектонике и геодинамике Алтае-Саянской и Восточно-Казахстанской складчатых областей. Геология и Геофизика, 2003, т. 44, №1-2, с.49-75.
9. Говердовский В.А. О времени формирования магматических образований Юстыдского прогиба (Юго- Восточный

Алтай) // Геология и геофизика. 1987. № 5. с. 116-119.
10. Говердовский В.А., Руднев С.Н. «Распределение редкоземельных элементов в гранитах Юстыдского комплекса (Горный Алтай). 300 лет горно-геологической службе России: история горнорудного дела, геологическое строение и полезные ископаемые Алтая», Барнаул, издательство АГУ, 2000, с. 335-339.
11. Довгаль В.Н., Трибунский Е. Н., Саботович С.А. и др. Геологические и вещественные особенности редкометальных литий-фтористых гранитоидов Алтая// Геология и геофизика, 1997, т. 38, №11, с 1807-1814..
12. Berzina A.N., Stein H.I., Zimmerman A., Sotnikov V. I. Re-Os ages for molybdenite from porphyry Cu-Mo and greizen Mo-W deposits of southern Siberia (Russia) preserve metallogenic record// Mineral Exploration and Sustainable Development, Eliopoulos et al.(eds). Rotterdam, Millpress, 2003, c.231-234.
13. Коваленко В.И., Коваль П.В., Якимов В.М., Шерхан О. Металлогения Монгольской Народной Республики (вольфрам, олово, редкие и редкоземельные элементы). Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1986, 52 с.
14. Volchanskaya I.K., Sapozhnikova E.N., Baskina V.A. Morphostructural Regularities in the Distribution of Endogenous Mineralization in Mongolia// Global Tectonics Metallogeny. 1983, vol. 2, № 1/2, p.95-110.
15. Волочкович К.Л., Леонтьев А.Н. Талицко-Монголо-Алтайская металлогеническая зона. М., Наука, 1964г, 182с.
16. Kremenetsky A. A. The Rare Metal Pegmatite of Mongolian Altai, Eastern Kazakhstan and China. Granite-Related Ore Deposits of Central Kazakstan and Adjacent Areas. Glugol Publisting House. St. Petersburg. 1996. p. 243-258.
17. Гусев А.И. Металлогения золота Горного Алтая и южной части Горной Шории. Томск, изд-во STT, 2003, 308с.
18. Distribution Map of Mineral Deposit and Occurrences in Mongolia, Scale 1 : 1000 000.G. Dejidmaa, B. Bujinlkhan, T. Ganbaatar et al. Turkej, Ankara, 2002.
19. Анникова И.Ю., Владимиров А.Г., Выставной С.А., Говердовский В.А., Василевский А.Н., Витте Л.В., Пономарчук В.А., Травин А.В. Калгутинский редкометально-гранитный массив (Горный Алтай): геодинамическая позиция, глубинная морфология и строение, Ar-Ar изотопный возраст.//Петрология магматических и метаморфических комплексов: Материалы III ежегодной Всероссийской петрографической конференции. – Томск, 2002, с. 10-15
20. Monie P., Plotnikov A.V., Kruk N.N., et al. The Yuzhno-Chuyskii complex (Southern Gorny Altai Mountain): first geochronological constraints on its tectonometamorphic evolution// Continental growth in phanerozoic, IGCP-420/ Abstracts. Urumqi,China,1998,p.31.