

РАЗДЕЛ I ГЕОЛОГИЯ. СЕЙСМИКА. ГИС [GEOLOGY. SEISMOLOGY. GIS]

УДК: 551.7 (52)

DOI: 10.24411/2658-4441-2022-1-19-29

А.М. СУГОРАКОВА, Ч.К. ОЙДУП

Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН (Кызыл, Россия)

КРАТКИЙ ОЧЕРК ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И МЕТАЛЛОГЕНИИ ТУВЫ НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННЫХ ДАННЫХ

На основе современных геолого-металлогенических, рудно-формационных, геохронологических исследований кратко изложена история геологического развития и эволюция металлогении Тувы. В табличной форме приводится совмещённая шкала относительных и абсолютных возрастов стратиграфических и магматических образований и связанных с ними месторождений полезных ископаемых на территории Тувы.

Ключевые слова: металлогения, история геологического развития, геохронология, рудно-магматические системы, внутриплитный магматизм.

Табл. 1. Библ. 30 назв. С. 19–29.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ: Гранты 03-05-64235; 09-05-01118; 08-05-98048 и по Государственному заданию ТувИКОПР СО РАН, научная тема 222020400035-4

A.M. SUGORAKOVA, Ch.K. OYDUP

Tuvinian Institute for Exploration of Natural Resources of SB RAS (Kyzyl, Russia)

A BRIEF OUTLINE OF GEOLOGICAL SETTING AND METALLOGENY OF TUVA ON THE BASIS OF PRESENT-DAY DATA

The work presents a brief history of geological development and evolution of metallogeny of Tuva based on present-day geologo-metallogenic, ore-formational, geochronological, and isotope-geochemical studies. An integrated scale in the table form shows relative and absolute ages of stratigraphic and magmatic formations and associated mineral deposits on the territory of Tuva.

Keywords: metallogeny, history of geological development, geochronology, ore-magmatic systems, intraplate magmatism.

Table 1. References 30. P. 19–29.

Металлогеническая эволюция на территории Тувы и сопредельных регионов обуславливается двумя крупными событиями геологического развития: во первых, с раскрытием, развитием и закрытием Палеоазиатского океана с формированием каледонского полиаккреционного суперконтинента и, во вторых, с длительными многократными проявлениями внутриплитного магматизма в пределах сформированного к концу ордовика композитного континентального блока, спаянного гранитоидами. С первым событием связано большинство месторождений и рудопроявлений благо-

родных и цветных металлов, со вторым — формирование множества рудных объектов, в т. ч. уникальных высокопродуктивных редкометалльной и редкоземельной специализации, а также благородных, цветных и чёрных металлов.

ОСОБЕННОСТИ МАГМАТИЗМА ТУВЫ И ЭТАПЫ ЕГО ПРОЯВЛЕНИЯ

Поздний протерозой – ранний кембрий. К наиболее ранним структурам этапа раскрытия Палеоазиатского океана относится Баянхонгорский офиолитовый пояс Монголии (665 ± 15 млн л. по В.П. Ковачу и др., 2005), представлявший собой океаническое плато с островами, сформированное, скорее всего, в условиях рифтогенеза под влиянием суперплюма. На территории Тувы ко времени максимального раскрытия Палеоазиатского океана (640–550 Ма) относятся Агардагский (570 Ма), Шишихидский (631–590 Ма), Каахемский, Куртушибинский, Западно-Тувинский, Монгунтайгинский и другие офиолитовые пояса (*табл. 1*), с которыми связана золото-платиноидная ультрамафит-мафитовая формация. К структурам закрытия Палеоазиатского океана относятся венд-раннекембрийские островодужные системы, в частности, Ондумская (563–535 Ма), Улугуйская, Восточно-Таннуольская (540–518 Ма), и более мелкие фрагменты других подобных структур, плохо распознаваемые среди гранитоидных массивов. Их металлогеническая специализация определяется золото- и серебросодержащими медно-колчеданными и колчеданно-полиметаллическими формациями (Рудные..., 1981).

Доокеанические структуры на территории Тувы представлены западной частью Тувино-Монгольского массива с рифейским основанием, который также является фрагментом каледонского континента. Формирование каледонского полиаккреционного континента на территории Тувы завершилось масштабным позднеордовикским (460–450 Ма) батолитообразованием (Каахемский, Хамсаринский, Бийхемский, Восточно-Тувинский батолиты), спаявшим в единое целое все структуры Восточной Тувы. Позднеколлизийное батолитообразование сопровождалось развитием ордовикских прогибов, заполняющихся грубой молассой с незначительным вулканизмом (Хемчикско-Сыстыгхемский прогиб).

Столкновение Сибирского кратона и каледонского континента произошло к раннему девону вдоль трансформной границы, что привело к образованию серии расколов-сдвигов, по которым формировалась Тувинская рифтогенная система (собственно Тувинский прогиб, Дерзигско-Сайлыгский грабен, а также более мелкие прогибы — Хемчикский, Хонделенский, Кызылтайгинский и др.), сопровождаемая бимодальным вулканизмом. Сдвиговый компонент выражен в форме Тувинского прогиба в виде серии хвостов-выступов вдоль северного (Аянгаты – Шуй, Бажын-Алаак, Уюк) и южного (Деспен – Самагалтай, Улуг-Шанган) обрамления.

Дальнейшая магматическая история на территории Тувы связана с внутриплитной активностью, которая уже существовала под континентом с конца кембрия.

Ранний палеозой. Наиболее древние известные нам образования внутриплитного магматизма — Сольбельдирские и Тастыгские литийсодержащие пегматитовые поля (494 Ма), Булкинский габброидный массив (495 Ма), Мажалыкский перидотит-пироксенит-габбро-норитовый массив (484–478 Ма). Более поздние среднеордовикские Башкымугурский габбро-монцонитовый (464 Ма) на Сангилене, Арысканский массив щелочных гранитов (460–454 Ма) на севере Тувы, камптониты Западного Сангилена (445 Ма). На западе Тувы на этом возрастном уровне отнесены Хаялыгский, Бирдагский габброидные массивы (447–450 Ма).

Таблица 1. Совмещённая шкала относительных и абсолютных возрастов геологических образований территории Тувы

Система	Отдел	Нижн. границы стратигр. единиц, млн л.	Стратифицированные образования	Магматические образования (массивы, тела)	Абс. возраст, млн л.	Источник информации	Полезные ископаемые	Месторождения
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Неогеновая	Q _{III}	0,01	вулканы, рыхлые отложения	вулк. Жом-Болок (β)		Сугоракова и др., 2003		
	Q _{I-III}	1,8	вулканические	ВТЛН (вулканы, лавовые реки) (β)	1,7–0,05	Сугоракова и др., 2003; Ярмолук и др., 2003		
	N ₂	5,3	вулканические	ВТЛН (вулкан. плато) (β)	2	Сугоракова и др., 2003		
	N ₁	23,3	вулканические	Кадыр-Сугское, Улугаргинские вулканич. поля (ξβ)	18–14	Сугоракова и др., 2003		
Палеогеновая	Pg ₃	40	вулканические	Уюкское, Шуйское, Улуг-Ойское вулканич. поля (ξβ)	28–24	Сугоракова и др., 2003	сырьё для базальтового волокна	Уюк
	Pg ₂	55,8						
	Pg ₁	65,5						
Меловая	K ₂	99,6						
	K ₁	145,5		карбонатиты (ξ) граниты (γ)	120–115 115–120	Никифоров и др., 2006 Болонин и др., 2009	РЗЭ, Fe, Ba, Sr, F, U, Mo	Карасуг, Улатай-Чоза, Чайлюхем
Юрская	J ₃	161,2	терригенные породы					
	J ₂	175,6	терригенные породы с углями				каменный уголь	Ээрбек, Элегест, Чадан, Каа-Хем
	J ₁	199,6	терригенные породы с углями	Каргинский дайковый комплекс (βυ)	205–180	Сугоракова и др., 2004		
Триасовая	T ₃	228		дайки базитов (βυ) и щелочных базальтов (υξ)	227	Борисенко и др., 2006	Hg, Au-Hg, As-Ni-Co	Терлигхая, Чазадыр, Арзак Хову-Аксы, Чиргакы
	T ₂	245						
	T ₁	251						
	P ₃ P ₂	260,4 270,6		Таштузекский (γ)				
Пермская	P ₁	299		Сютхольский(γ) Ишкинский (γ) Купхольский (γ) Улуг-Танзекский (ξγ)	277–290 K-Ar 275–276 K-Ar 280 K-Ar 295–278 Rb-Sr	Митропольский, 1972 Митропольский, 1972 Митропольский, 1972 Сугоракова и др., 2004	Ta, Nb, REE, Li	Улуг-Танзек
	C ₃	326,4	терригенные с углями				каменный уголь	Онкажа
	C ₂	345,3						
	C ₁	359,2	терригенные мелководные озёрно-болотные	Sn-W оруденение Юстыдский (γ) Балыктыгский аксугское рудообразование	352 355 364–352 Ar-Ar	Seltmann et al., 2007 Seltmann et al., 2007 Сотников и др., 2003		Юстыдское Балыктыг Ак-Суг

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Девон-вонская	D ₃	385,3	терригенные мелководные, прибрежные и наземные	Дерзигский (γ)	385±5 U-Pb	Руднев и др., 2006			
				могенбуренские пегматиты	380	Seltmann et al., 2007			
	D ₂	397,5	терригенные мелководные лагунно-морские соленосные	Алашский (γ)	392±17 Rb-Sr	Махлаев, 2001	Be, Au, Li-F	Алаш	
					401±10 K-Ar	Махлаев, 2001			
	D ₁	416	вулканогенно-терригенные мелководные, соленосные, гипсоносные	Мунгашакский (γ)	401±7 Rb-Sr	Махлаев, 2001		Al	Баян-Кол
				нефел, сиениты, ийолиты, уртиты					
				Баян-Хайрханский (γ)	404 U-Pb	не опубликовано			
Ак-Суг (рудообразование)				400–405 Ar-Ar	Сотников и др., 2003	Cu-Mo-Au порфировое	Ак-Суг		
		базитов. дайки (βv)							
						камен. соль	Дус-Даг		
Силурийская	S ₃	418,7	пестроцв. морские терриген. и карбонатн., местами континентальные	Шапшальский (γ)	410 K-Ar	Махлаев, 2001			
	S ₂	428,2		Монгун-Тайгинский (δ-γ)	420 K-Ar	Seltmann et al., 2007			
	S ₁	443,7							
Ордовикская	O ₃	445,6	терриген. сероцв. морские	камptonиты Агардага (ξβ)	445	Изох и др., 2001			
	O ₂	468,1	серо-пестроцв. терриген. морские, часто грубообломочные, горизонты карбонатных пород	Хаялыгский (v)	447±1,3 U-Pb	Ойдуп и др., 2006			
				Бирдагский (σv)	450±4,6 U-Pb	Ойдуп и др., 2011			
				Сархойский (γ)	450±5 U-Pb	Руднев и др., 2006			
				Таннуольский (δ-γ)	451±5,7 U-Pb	Козаков и др., 1998			
				Арысканский (ξγ)	460–454,6±1,4 Rb-Sr	Костицын и др., 1998	Ta, Nb, REE	Арыскан	
				Ак-Суг (δγ)	462 Ar-Ar	Сотников и др., 2003			
	O ₁	488,3	грубообломочные субконтинентальные и прибрежно-морские терригенные, часто красноцветные и маломощные вулканические образования	Башкымугурский (vδγ)	464,6 U-Pb	Козаков и др., 2001			
				Чарашский (γ)	473±4,5 U-Pb	Руднев и др., 2006			
Тесхемский (vδγ)				480 U-Pb	Козаков и др., 2001				
Мажальский (σvδ)				484–478 Ar-Ar U-Pb	Бородин и др., 2004; Сальникова и др., 2004				
		Тардан (оруденение)	485–481 Ar-Ar	Гаськов, 2008	золото	Тардан, Кара-Бельдир			
		Харал (кварциты, рудообразование)	486 Ar-Ar	Дистанов и др., 2006	золото	Харал			

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кембрийская	Є ₃	501	терригенные с незначительным количеством карбонатных прослоев	Аксугский (δγ)	497–488 Ar-Ar	Козаков и др., 2001		
				Чжаргалантский (ξγ)	490 U-Pb	Козаков и др., 2001		
				солбельдирские пегматиты	495–490 Rb-Sr	Сугоракова и др., 2004	Ta, Nb, REE, Li	Сол-Бельдир, Тастыг
				Хаялыгский (συ)	494,2±16,2 Ar-Ar	Ойдуп и др., 2006		
				Булкинский (υδ)	495	Монгуш и др., 2009		
				Хорумнугский (γ)	495 U-Pb	Козаков и др., 2001		
				Эрзинский (γ)	496 U-Pb	Козаков и др., 2001		
	Є ₂	513	карбонатно-терригенные маломощные	Баянкольский (γ)	507 U-Pb	Козаков и др., 2001		
				Зубовский (δγ)	512±2,1 Ar-Ar	Руднев и др., 2006		
	Є ₁	542	вулканогенно-терригенные с кремнистыми и карбонатными прослоями	Эрзинский (υδ)	520 U-Pb	Козаков и др., 2001		
				Восточно-Таннуольский (δγ)	520 U-Pb	Руднев и др., 2008		
				Орта-Адырский (δγ)	521 U-Pb			
				Правотарлашкынский (δγ)	524 Ar-Ar	Козаков и др., 2001	Au, Ag, Cu, полиметаллы	Харал, Арголик, Кызыл-Таштыг, Кызыл-Таш
Аксугский (γ)				532–522 Ar-Ar	Сотников и др., 2003			
анатектитовые граниты (γ)				536 U-Pb	Козаков и др., 2001			
Байсютский (γ)				536 Ar-Ar	Руднев и др., 2006			
		Ирбитейский (δυ)	539,6 Ar-Ar	Монгуш и др., 2009				
Вендская	V	600	вулканогенно-терригенная с кремнистыми и карбонатными, ниже карбонатно-терригенные	Коптинский (υγ)	563 U-Pb	Руднев и др., 2006	Au-Pt	Эйлиг-Хем, Кара-Бельдир
				вулканизм (υδ)			Zn-Pb-Cu-Au	Кызыл-Таштыг
				Агардагский (δγ)	570 U-Pb	Pfander et al., 2002	хризотил-асбест	Саянское, Ак-Довурак
Рифей	R	1000	карбонатно-терригенные, континентально-окраинные				Au в чёрных сланцах	Харал
							алюминиевое сырьё	Сангилен

Средний–поздний палеозой. Раннедевонский этап внутриплитного магматизма проявился как бимодальный вулканизм Тувинской рифтогенной системы с сопутствующими небольшими массивами и штоками гранитов (Баян-Хайрханские щелочногранитный массив — 404 Ма). На востоке в это время проявился гранит-порфировый магматизм, с которым связана медно-порфировая минерализация (Аксугское, Кызык-Чадрское месторождения (400–405 Ма)), а также щелочной магматизм (массивы сиенитов, нефелиновых сиенитов, ийолитов, уртитов). На западе — Мунгашакский (401 Ма), Алашский (392 Ма), Могенбуренский (380 Ма) гранитоидные массивы с литий-фтористой геохимической специализации. В начале карбона на западе Тувы сформировались массивы W-Sn и Cu-Co-W специализации — Балкытский, Юстыдский (352–355 Ма). На границе карбона и перми на западе формируются Сютхольский (277–290 Ма), Купхольский (280 Ма) гранитоидные массивы, а на

Сангилене в это время — Улуг-Танзекский щёлко-гранитоидный массив (295–278 Ма) с редкометалльной-редкоземельной минерализацией.

Мезозой. На границе перми и триаса произошло становление Таштыузекского массива на западе, позднее, в течение триаса, на западе и в Центральной Туве формировались базитовые, щёлко-базитовые пояса, в контурах которых локализованы месторождения цветных и благородных металлов: Терлигхайнское, Эзирлигское, Чазадырское золото-ртутнорудные месторождения (227 Ма); Ховуаксынское, Чергакское медно-никель-кобальтовое, Асхатиингольское серебро-висмут-сурьмяное; Каргинский дайковый пояс (Лебедев, 1986, 1998). Мезозойский внутриплитный магматизм завершился становлением Центрально-Тувинского карбонатитового пояса (Карасугское, Улатай-Чозское, Чаахольское, Чайлюхемское рудные поля), содержащего гранитные массивы. Возраст карбонатитов и гранитов — 115–120 Ма.

Кайнозой. Кайнозойский период характеризуется внутриконтинентальными проявлениями рассеянного вулканизма в олигоцене–миоцене (28–15 Ма), а также развитием Восточно-Тувинского лавового нагорья и лавовых рек с конца плейстоцена по голоцен (2,1 Ма и менее). Амагматичные периоды на территории Тувы приходятся на нижний–средний силур (25 Ма); средний–верхний карбон (56 Ма); среднюю–верхнюю юру (30 Ма); верхний мел–средний палеоген (60 Ма). Карбоновый и юрский амагматичные периоды характеризовались наиболее спокойным развитием с расцветом биосферы и формированием каменноугольных бассейнов.

МАГМАТИЗМ И МЕТАЛЛОГЕНИЯ. Металлогенические зоны Тувинского сегмента ЦАСП (Центрально-Азиатского складчатого пояса) имеют преимущественно благороднометалльную и полиметаллическую специализацию (Лебедев и др., 1999), в большинстве своём совпадают с ареалами развития вулканоплутонических комплексов, становление которых связано с проявлением различных геодинамических режимов (спрединга, субдукции, аккреции, коллизии) на этапах зарождения, существования и закрытия Палеоазиатского океана. Золото-платиноидная специализация ультрамафит-мафитов характерна для офиолитовых зон: Каа-Хемской (месторождения Кара-Ос, Кагжирба, Кундус, Кара-Бельдир), Куртушибинской (коренные — Эйлигхем и Богомдарованное; россыпные — Большой и Малый Алгияки, Чёрная, Билелиг и др.), Агардагской (Агар-Даг), Шишхидской (Эми, Бельдык), Западно-Тувинской (месторождения Алдан-Маадыр, Сарыгдаш, россыпные — Чингекат). Золотосодержащие медно-колчеданные и колчеданно-полиметаллические формации повышенной сереброносности приурочены к островодужным зонам — Ондумской (месторождения Тардан, Соруглуг-Хем, Хопто, Барсучье, Баян-Кол), Улугуйской (Кызыл-Таштыг, Кызылташ, Харал), Восточно-Таннуольской (Арголик, Шанган, Деспен, Чинге, россыпи) и др.

Результаты геолого-металлогенических, рудно-формационных, геохронологических и изотопно-геохимических исследований показывают, что одним из важнейших коробразующих факторов в истории геологического развития Тувинско-Монгольского сегмента Центрально-Азиатского складчатого пояса является внутриплитный магматизм, проявлявшийся с конца кембрия по настоящее время (Континентальная..., 2006). Процессы и продукты внутриплитного магматизма определили редкометалльную, благороднометалльную и цветнометалльную металлогеническую специализацию Тувы и сопредельных территорий. Металлогенические пояса Тувинско-Монгольского сегмента ЦАСП преимущественно редкометалльной, редкоземельной и медно-молибден-порфировой специализации, совпадают с ареалами проявления внутриплитного плюмового магматизма, представленного среднепалеозойскими щёлко-ультрасосновными и позднепалеозойскими щёлко-гранитоидными массивами Восточной Тувы, среднепалеозойскими литий-фтористыми гранитами Западной Тувы, мезозойскими дайковыми поясами и карбонатитовыми массивами Центральной Тувы и полями кайнозойских щёлко-базальтовых вулканитов Восточной Тувы. Ряд из перечисленных объектов представляет собой уникальные месторождения (Баянкольское алюминиевое, Улуг-Танзекское редкометалльное, Тастыгское литиевое,

Карасугское барит-флюорит-железо-редкоземельное, Ак-Сугское медно-молибденовое и Хову-Аксынское цветных и благородных металлов).

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ: Гранты 03-05-64235; 09-05-01118; 08-05-98048 и по Государственному заданию ТувИКОПР СО РАН, научная тема 222020400035-4

ЛИТЕРАТУРА

- Болонин А.В., Никифоров А.В., Лыхин Д.А., Сугоракова А.М. Чайлюхемское флюорит-барит-стронций-редкоземельное карбонатитовое рудопроявление (Западный Саян) // Геология рудных месторождений. – 2009. – Т. 51. – № 1. – С. 20–37.
- Борисенко А.С., Сотников В.И., Изох А.Э., Поляков Г.В., Оболенский А.А. Пермо-триасовое оруденение Азии и его связь с проявлением плюмового магматизма // Геология и геофизика. – 2006. – Т. 47. – № 1. – С. 166–182.
- Бородина Е.В., Егорова В.В., Изох А.Э. Петрология ордовикских коллизионных расслоенных перидотит-габбровых массивов (на примере Мажалькского интрузива, Юго-Восточная Тува) // Геология и геофизика. – 2004. – Т. 45. – № 9. – С. 1074–1091.
- Гаськов И.В. Новые данные о соотношении скарновой и золоторудной минерализации на Тарданском месторождении (Северо-Восточная Тува) // Геология и геофизика. – 2008. – Т. 49. – № 12. – С. 1227–1237.
- Дистанов Э.Г., Борисенко А.С., Оболенский А.А., Сотников В.И., Лебедев В.И. Особенности металлогении полиаккреционной Алтае-Саянской орогенной области // Геология и геофизика. – 2006. – Т. 47. – № 12. – С. 1257–1276.
- Изох А.Э., Поляков Г.В., Мальковец В.Г., Шеленаев Р.А., Травин А.В., Литасов Ю.Д., Гибшер А.А. Позднеордовикский возраст камптонитов агардагского комплекса Юго-Восточной Тувы — свидетельство проявления плюмового магматизма рифта при коллизионных процессах // Докл. АН. – 2001. – Т. 378. – № 6. – С. 794–797.
- Ковач В.П., Джен П., Ярмолюк В.В., Козаков И.К., Лю Д., Терентьева Л.В., Лебедев В.И., Коваленко В.И. Магматизм и геодинамика ранних стадий формирования Палеоазиатского океана: результаты геохронологических и геохимических данных офиолитов Баянхонгорской зоны // Докл. АН. – 2005. – Т. 404. – № 2. – С. 229–234.
- Козаков И.К., Сальникова Е.Б., Коваленко В.И., Котов А.Б., Лебедев В.И., Сугоракова А.М. Возраст постколлизионного магматизма ранних каледонид Центральной Азии (на примере Тувы) // Докл. АН. – 1998. – Т. 360. – № 4. – С. 514–517.
- Козаков И.К., Котов А.Б., Сальникова Е.Б., Ковач В.П., Натман А., Бибикина Е.В., Кирнозова Т.И., Тодт В., Кренер А., Яковлева С.З., Лебедев В.И., Сугоракова А.М. Возрастные рубежи структурного развития метаморфических комплексов Тувино-Монгольского массива // Геотектоника. – 2001. – № 3. – С. 22–43.
- Континентальная кора Тувино-Монгольского сегмента Центрально-Азиатского складчатого пояса (ТМС ЦАСП) и сопредельных территорий: источники, геодинамические обстановки, этапы формирования и металлогения (2004–2006 гг.): Отчёт по Конкурсному проекту СО РАН № 26.2.6 / Отв. ред. докт. геол.-мин. наук В.И. Лебедев. – Кызыл: ТувИКОПР СО РАН, 2006. – 50 с.
- Костицын Ю.А., Алтухов Е.Н., Филина Н.П. Rb-Sr изохронное датирование щелочных гранитоидов Северо-Восточной Тувы // Геология и геофизика. – 1998. – Т. 39. – № 7. – С. 917–923.
- Лебедев В.И. Кобальтовые рудные формации юга Сибири // Эндеогенные рудные формации Сибири и проблемы рудообразования. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд.-ние, 1986. – С. 76–83.
- Лебедев В.И. Рудномагматические системы эталонных арсенидно-кобальтовых месторождений / Отв. ред. докт. геол.-мин. наук, проф. А.А. Оболенский. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1998. – 136 с.
- Лебедев В.И., Черезов А.М., Лебедева М.Ф. Особенности металлогении фанерозоя Тувы и Северо-Западной Монголии // Геология и геофизика. – 1999. – Т. 40. – № 11. – С. 1646–1654.
- Махлаев М.Л. Геология гранитоидных образований Шапшальско-Аксугского сегмента Западного Саяна: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. – Томск, 2001. – 22 с.

- Митропольский А.С. Гранитоидные комплексы юго-западной части Алтае-Саянской складчатой области // Геология и геофизика. – 1972. – Т. 13. – № 2. – С. 3–10.
- Монгуш А.А., Лебедев В.И., Травин А.В. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ возраст островодужных габброидов Восточно-Таннуольской зоны (Тува) // Изотопные системы и время геологических процессов: Материалы IV Рос. конф. по изотопной геохронологии. – СПб.: Центр информационной культуры, 2009. – 0,15 авт. л.
- Никифоров А.В., Болонин А.В., Покровский Б.Г., Сугоракова А.М., Чугаев А.В., Лыхин Д.А. Геохимия изотопов (O, C, S, Sr) и Rb-Sr возраст карбонатитов Центральной Тувы // Геология рудных месторождений. – 2006. – № 4. – С. 296–319.
- Ойдуп Ч.К., Леснов Ф.П., Козаков И.К., Сальникова Е.Б., Ярмолюк В.В., Лебедев В.И. Первые данные по изотопному возрасту мафит-ультрамафитового комплекса Юго-Западной Тувы (U-Pb метод по циркону) // Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту): Материалы совещ. Вып. 4, в 2-х т. – Иркутск: ИЗК СО РАН, 2006. – Т. 2. – С. 69–72.
- Ойдуп Ч.К., Леснов Ф.П., Ярмолюк В.В., Лебедев В.И., Сальникова Е.Б. Ультрамафит-мафитовый магматизм Юго-Западной Тувы // Геология и геофизика. – 2011. – Т. 52. – № 3. – С. 354–372.
- Руднев С.Н., Владимиров А.Г., Пономарчук В.А., Бибикина Е.В., Сергеев С.А., Матуков Д.И., Плоткина Ю.В., Баянова Т.Б. Каахемский полихронный батолит (В. Тува): состав, возраст, источники и геодинамическая позиция // Литосфера. – 2006. – № 2. – С. 3–33.
- Руднев С.Н., Дистанова А.Н., Лебедев В.И., Сугоракова А.М., Бабин Г.А., Лепехина Е.Н., Матуков Д.И., Ларионов А.Н. Возраст, состав и геохимические условия формирования гранитоидов Восточно-Таннуольского батолита (Тува) // Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту): Материалы совещ. Вып. 6, в 2-х т. – Иркутск: ИЗК СО РАН, 2008. – Т. 2. – С. 68–70.
- Рудные формации Тувы / Зайков В.В., Лебедев В.И., Тюлькин В.Г., Гречищева В.Н., Кужугет К.С.; отв. ред. акад. В.А. Кузнецов // Тр. ИГиГ АН СССР. Сер. Эндогенные рудные формации Сибири: Вып. 466. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1981. – 201 с.
- Сальникова Е.Б., Ковач В.П., Козаков И.К., Ойдуп Ч.К., Монгуш А.А., Яковлева С.З., Федосеев А.М. Возраст и геодинамическая позиция перидотит-пироксенит-анортозит-габбрового мажальского комплекса, Восточная Тува // Петрология. – 2004. – Т. 12. – № 6. – С. 656–662.
- Сотников В.И.; Пономарчук В.А.; Шевченко Д.О.; Берзина А.Н. Аксутское Cu-Мо-порфировое месторождение в Северо-Восточной Туве: $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ геохронология, источники вещества // Геология и геофизика. – 2003. – Т. 44. – № 11. – С. 1119–1132.
- Сугоракова А.М., Ярмолюк В.В., Лебедев В.И. Кайнозойский вулканизм Тувы / Отв. ред. докт. геол.-мин. наук А.Э. Изох. – Кызыл: ТувИКОПР СО РАН, 2003. – 92 с.
- Сугоракова А.М., Лебедев В.И., Ярмолюк В.В., Никифоров А.В. Геохронология внутриплитного магматизма Тувы // Состояние и освоение природных ресурсов Тувы и сопредельных регионов Центральной Азии. Геоэкология природной среды и общества / Науч. тр. ТувИКОПР СО РАН; отв. ред. докт. геол.-мин. наук В.И. Лебедев. – Кызыл: ТувИКОПР СО РАН, 2004. – С. 50–53.
- Ярмолюк В.В., Аракелянц М.М., Лебедев В.А., Иванов В.Г., Козловский А.М., Лебедев В.И., Никифоров А.В., Сугоракова А.М., Байкин Д.Н., Коваленко В.И. Хронология долинных излияний Южно-Байкальской вулканической области (данные K-Ar датирования) // Докл. АН. – 2003. – Т. 390. – № 5. – С. 657–662.
- Pfander J.A., Jochum K.P., Kozakov I.K. et al. Coupled Evolution of Back Ark and Island Arc-Like Mafic Crust in the Late-Neoproterozoic Agardag Tes-Chem Ophiolite, Central Asia: Evidence from Trace Element and Sr-Nd-Pb Isotope Data // Contrib. Mineral. Petrol. – 2002. – Vol. 143. – P. 154–174.
- Seltmann R., Borisenko A., Fedoseev G. Magmatism and Metallogeny of the Altai and Adjacent Large Igneous Provinces with an Introductory Essay on the Altaids // IAGOD Guidebook Series 16. CERCAMS/NHM. – London, 2007. – 294 p.

REFERENCES

- Bolonin A.V., Nikiforov A.V., Lykhin D.A., Sugorakova A.M. Chaylyukhenskoye flyuorit-barit-strontsiy-redkozemel'noye karbonatitovoye rudoproyavleniye (Zapadnyy Sayan) [Chailyukhensky fluorite-barite-strontium-rare-earth carbonatite ore occurrence (Western Sayan)]. *Geologiya rudnykh mestorozhdeniy = Geology of ore deposits*, 2009, vol. 51, no. 1, pp. 20–37. (In Russ.)
- Bopichenko A.S., Cotnikov V.I., Izox A.E., Polyakov G.V., Obolenkiy A.A. Permotriasovoye orudneniye Azii i yego svyaz' s proyavleniyem plyumovogo magmatizma [Permo-Triassic mineralization in Asia and its relation with plume magmatism]. *Geologiya i geofizika = Geology and Geophysics*, 2006, vol. 47, no. 1, pp. 166–182. (In Russ.)
- Borodina Ye.V., Yegorova V.V., Izokh A.E. Petrologiya ordovikskikh kollizionnykh rassloyennykh peridotit-gabbrovyykh massivov (na primere Mazhalykskogo intruziva, Yugo-Vostochnaya Tuva) [Petrology of Ordovician collision layered peridotite-gabbro Intrusions (the Mazhalyk intrusion, Southwestern Tuva case study)]. *Geologiya i geofizika = Geology and Geophysics*, 2004, vol. 45, no. 9, pp. 1074–1091. (In Russ.)
- Gas'kov I.V. Novyye dannyye o sootnoshenii skarnovoy i zolotorudnoy mineralizatsii na Tardanskom mestorozhdenii (Severo-Vostochnaya Tuva) [New Data on the Correlation of Skarn and Gold Mineralization at the Tardan Deposit (Northeastern Tuva)]. *Geologiya i geofizika = Geology and Geophysics*, 2008, vol. 49, no. 12, pp. 1227–1237. (In Russ.)
- Distanov E.G., Borisenko A.S., Obolenskiy A.A., Sotnikov V.I., Lebedev V.I. Osobennosti metallogenii poliakkretsiionnoy Altaye-Sayanskoy orogennoy oblasti [Metallogeny of the polyaccretionary Altai-Sayan orogenic area]. *Geologiya i geofizika = Geology and Geophysics*, 2006, vol. 47, no. 12, pp. 1257–1276. (In Russ.)
- Izokh A.E., Polyakov G.V., Mal'kovets V.G., Shelepavey R.A., Travin A.V., Litasov Yu.D., Gibsher A.A. Pozdneordovikskiy vozrast kamptonitov agardagskogo kompleksa Yugo-Vostochnoy Tuvy — svidetel'stvo proyavleniya plyumovogo magmatizma rifta pri kollizionnykh protsessakh [The Late Ordovician age of the Kamptonites of the Agardag Complex of Southeastern Tuva is evidence of the manifestation of plume magmatism in the rift during collisional processes]. *Doklady akademii nauk = Reports of the Academy of Sciences*, 2001, vol. 378, no. 6, pp. 794–797. (In Russ.)
- Kovach V.P., Dzhenn P., Yarmolyuk V.V., Kozakov I.K., Lyu D., Terent'yeva L.V., Lebedev V.I., Kovalenko V.I. Magmatizm i geodinamika rannikh stadiy formirovaniya Paleoziat'skogo okeana: rezul'taty geokhronologicheskikh i geokhimiicheskikh dannyykh ofiolitov Bayan-khongorskoj zony [Magmatism and geodynamics of the early stages of the formation of the Paleasian Ocean: results of geochronological and geochemical data of ophiolites from the Bayan-Khongor zone]. *Doklady akademii nauk = Reports of the Academy of Sciences*, 2005, vol. 40478, no. 2, pp. 229–234. (In Russ.)
- Kozakov I.K., Sal'nikova Ye.B., Kovalenko V.I., Kotov A.B., Lebedev V.I., Sugorakova A.M. Vozrast postkollizionnogo magmatizma rannikh kaledonid Tsentral'noy Azii (na primere Tuvy) [Age of post-collision magmatism of the early Caledonides of Central Asia (on the example of Tuva)]. *Doklady akademii nauk = Reports of the Academy of Sciences*, 1998, vol. 360, no. 4, pp. 514–517. (In Russ.)
- Kozakov I.K., Kotov A.B., Sal'nikova Ye.B., Kovach V.P., Natman A., Bibikova Ye.V., Kirnozova T.I., Todt V., Krener A., Yakovleva S.Z., Lebedev V.I., Sugorakova A.M. Vozrastnyye rubezhi struktornogo razvitiya metamorficheskikh kompleksov Tuvino-Mongol'skogo massiva [Age boundaries of the structural development of metamorphic complexes of the Tuva-Mongolian massif]. *Geotektonika = Geotectonics*, 2001, no. 3, pp. 22–43. (In Russ.)
- Kontinental'naya kora Tuvino-Mongol'skogo segmenta Tsentral'no-Aziatskogo skladchatogo poyasa (TMS TSASP) i soprodel'nykh territoriy: istochniki, geodinamicheskiye obstanovki, etapy formirovaniya i metallogeniya (2004–2006 gg.)* [Continental crust of the Tuvan-Mongolian segment of the Central Asian Fold Belt (TMS CASB) and adjacent territories: sources, geodynamic settings, stages of formation and metallogeny (2004–2006)]: Report on the Competitive Project of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences no. 26.2.6 / ed. by V.I. Lebedev. Kyzyl, TuvIENR SB RAS, 2006, 50 p. (In Russ.)
- Kostitsyn YU.A., Altukhov Ye.N., Filina N.P. Rb-Sr izokhronnoye datirovaniye shchelochnykh granitoidov Severo-Vostochnoy Tuvy [Rb-Sr isochron dating of alkaline granitoids of northeastern Tuva]. *Geologiya i geofizika = Geology and Geophysics*, 1998, vol. 39, no. 7, pp. 917–923. (In Russ.)

- Lebedev V.I. Kobal'tovyie rudnyie formatsii yuga Sibiri [Cobalt ore formations in the south of Siberia]. *Endogennyye rudnyie formatsii Sibiri i problemy rudoobrazovaniya = Endogenous ore formations of Siberia and problems of ore formation*. Novosibirsk, Nauka Publ., 1986, pp. 76–83. (In Russ.)
- Lebedev V.I. *Rudnomagmatische sistemy etalonnykh arsenidno-kobal'tovykh mestorozhdeniy* [Ore-magmatic systems of reference arsenide-cobalt deposits] / ed. by A.A. Obolensky. Novosibirsk, Publ. House of the SB RAS, 1998, 136 p. (In Russ.)
- Lebedev V.I., Cherezov A.M., Lebedeva M.F. Osobennosti metallogeni fanerozoia Tuvy i Se-vero-Zapadnoy Mongolii [Peculiarities of Phanerozoic metallogeny in Tuva and Northwestern Mongolia]. *Geologiya i geofizika = Geology and Geophysics*, 1999, vol. 40, no. 11, pp. 1646–1654. (In Russ.)
- Makhlayev M.L. *Geologiya granitoidnykh obrazovaniy Shapshal'sko-Aksugskogo segmenta Zapadnogo Sayana* [Geology of granitoid formations of the Shapshal-Aksug segment of the Western Sayan]: Abstract of Dis. of candidate of geol.-min. sciences. Tomsk, 2001, 22 p. (In Russ.)
- Mitropol'skiy A.S. Granitoidnyie kompleksy yugo-zapadnoy chasti Altaye-Sayanskoy skladcha-toy oblasti [Granitoid complexes of the southwestern part of the Altai-Sayan folded region]. *Geologiya i geofizika = Geology and Geophysics*, 1972, vol. 13, no. 2, pp. 3–10. (In Russ.)
- Mongush A.A., Lebedev V.I., Travin A.V. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ vozrast ostrovo-duzhnykh gabbroidov Vostochno-Tannuol'skoy zony (Tuva) [$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ age of island-arc gabbroids of the East Tannuol zone (Tuva)]. *Izotopnyie sistemy i vremya geologicheskikh protsessov* [Isotope systems and time of geological processes]: Proceedings of the IV Russia Conference on Isotopic Geochronology. St. Petersburg, Center for Information Culture Publ., 2009, 0.15 aut. sheet. (In Russ.)
- Nikiforov A.V., Bolonin A.V., Pokrovskiy B.G., Sugorakova A.M., Chugayev A.V., Lykhin D.A. Geokhimiya izotopov (O, C, S, Sr) i Rb-Sr vozrast karbonatitov Tsentral'noy Tuvy [Geochemistry of isotopes (O, C, S, Sr) and Rb-Sr age of carbonatites in Central Tuva]. *Geologiya rudnykh mestorozhdeniy = Geology of ore deposits*, 2006, no. 4, pp. 296–319. (In Russ.)
- Oydup Ch.K., Lesnov F.P., Kozakov I.K., Sal'nikova Ye.B., Yarmolyuk V.V., Lebedev V.I. Pervyye dannyye po izotopnomu vozrastu mafit-ul'tramafitovogo kompleksa Yugo-Zapadnoy Tuvy (U-Pb metod po tsirkonam) [The first data on the isotope age of the mafite-ultramafite complex of Southwestern Tuva (U-Pb method for zircons)]. *Geodynamic evolution of the lithosphere of the Central Asian mobile belt (from ocean to continent)*: Proceedings of the meeting: is. 4, in 2 vol. Irkutsk, Institute of the Earth's Crust SB RAS, 2006, vol. 2, pp. 69–72. (In Russ.)
- Oydup Ch.K., Lesnov F.P., Yarmolyuk V.V., Lebedev V.I., Sal'nikova Ye.B. Ul'tramafit-mafitovyy magmatizm Yugo-Zapadnoy Tuvy [Ultramafite and Mafite magmatism in Southwestern Tuva]. *Geologiya i geofizika = Geology and Geophysics*, 2011, vol. 52, no. 3, pp. 354–372. (In Russ.)
- Rudnev S.N., Vladimirov A.G., Ponomarchuk V.A., Bibikova Ye.V., Sergeev S.A., Matukov D.I., Plotkina Yu.V., Bayanova T.B. Kaakhemskiy polikhronnyy batolit (Vost. Tuva): sostav, vozrast, istochniki i geodinamicheskaya pozitsiya [Kaakhemsky polychronous granitoid batholith (Eastern Tuva): composition, age, sources and geodynamic position]. *Litosfera = Lithosphere*, 2006, no. 2, pp. 3–33. (In Russ.)
- Rudnev S.N., Distanova A.N., Lebedev V.I., Sugorakova A.M., Babin G.A., Lepekhina Ye.N., Matukov D.I., Larionov A.N. Vozrast, sostav i geokhimicheskiye usloviya formirovaniya granitoidov Vostochno-Tannuol'skogo batolita (Tuva) [Age, composition and geochemical conditions for the formation of granitoids of the East Tannuolsky batholith (Tuva)]. *Geodynamic evolution of the lithosphere of the Central Asian mobile belt (from ocean to continent)*: Proceedings of the meeting: is. 6, in 2 vol. Irkutsk, Institute of the Earth's Crust SB RAS, 2008, vol. 2, pp. 68–70. (In Russ.)
- Rudnyie formatsii Tuvy* [Ore formations of Tuva] / Zaykov V.V., Lebedev V.I., Tyul'kin V.G., Grechishcheva V.N., Kuzhuget K.S.; ed. by V.A. Kuznetsov: Proceedings of the Institute of Geology and Geophysics of the Academy of Sciences of the USSR. Series Endogenous ore formations of Siberia: is. 466. Novosibirsk, Nauka Publ., 1981, 201 p. (In Russ.)
- Sal'nikova Ye.B., Kovach V.P., Kozakov I.K., Oydup Ch.K., Mongush A.A., Yakovleva S.Z., Fedoseyenko A.M. Vozrast i geodinamicheskaya pozitsiya peridotit-piroksenit-anortozit-gabbrovogo magalyk'skogo kompleksa, Vostochnaya Tuva [Age and geodynamic setting of the Mazhalyk peridotite-pyroxenite-anorthosite-gabbro complex, Eastern Tuva]. *Petrologiya = Petrology*, 2004, vol. 12, no. 6, pp. 656–662. (In Russ.)

- Sotnikov V.I.; Ponomarchuk V.A.; Shevchenko D.O.; Berzina A.N. Aksugskoye Cu-Mo-porfirovoye mestorozhdeniye v Severo-Vostochnoy Tuve: $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ geokhronologiya, istochniki veshchestva [Aksug porphyry Cu-Mo deposit in North-Eastern Tuva: $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ geochronology, sources of matter]. *Geologiya i geofizika = Geology and Geophysics*, 2003, vol. 44, no. 11, pp. 1119–1132. (In Russ.)
- Sugorakova A.M., Yarmolyuk V.V., Lebedev V.I. *Kaynozoykiy vulkanizm Tuvy* [Cenozoic volcanism of Tuva] / ed. by A.E. Izokh. Kyzyl, TuvIENR SB RAS Publ., 2003, 92 p. (In Russ.)
- Sugorakova A.M., Lebedev V.I., Yarmolyuk V.V., Nikiforov A.V. Geokhronologiya vnutriplitnogo magmatizma Tuvy [Geochronology of intraplate magmatism in Tuva]. *Sostoyaniye i osvoyeniye prirodnykh resursov Tuvy i sopredel'nykh regionov Tsentral'noy Azii. Geoekologiya prirodnoy sredy i obshchestva = The state and exploration of natural resources of Tuva and adjacent regions of the Central Asia. Geoecology of environment and society: Scientific works of TuvIENR SB RAS*; ed. by V.I. Lebedev. Kyzyl, TuvIENR SB RAS Publ., 2004, pp. 50–53. (In Russ.)
- Yarmolyuk V.V., Arakelyants M.M., Lebedev V.A., Ivanov V.G., Kozlovskiy A.M., Lebedev V.I., Nikiforov A.V., Sugorakova A.M., Baykin D.N., Kovalenko V.I. Khronologiya dolinnykh izlyaniy Yuzhno-Baykal'skoy vulkanicheskoy oblasti (dannyye K-Ar datirovaniya) [Chronology of valley eruptions of the South Baikal volcanic region (K-Ar dating data)]. *Doklady akademii nauk = Reports of the Academy of Sciences*, 2003, vol. 390, no. 5, pp. 657–662. (In Russ.)
- Pfander J.A., Jochum K.P., Kozakov I.K. et al. Coupled Evolution of Back Ark and Island Arc-Like Mafic Crust in the Late-Neoproterozoic Agardag Tes-Chem Ophiolite, Central Asia: Evidence from Trace Element and Sr-Nd-Pb Isotope Data. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 2002, vol. 143, pp. 154–174.
- Seltmann R., Borisenko A., Fedoseev G. Magmatism and Metallogeny of the Altai and Adjacent Large Igneous Provinces with an Introductory Essay on the Altaids. IAGOD Guidebook Series 16. CERCAMS/NHM. London, 2007, 294 p.