

Структурно-формационное и металлогеническое районирование Большого Алтая

Аннотация. Приведена выполненная авторами ранее и дополненная структурно-формационная и металлогеническая карта Большого Алтая, включающая не только территорию РФ (структуры Юго-Западного и Горного Алтая) и Восточного Казахстана (Иртыш-Зайсанская складчатая система), но и территорию Монгольского и Китайского Алтая. Показано, что на территорию Монгольского и Китайского Алтая продолжают структуры (и соответствующие им структурно-формационные зоны) Горного, Юго-Западного Алтая и Иртыш-Зайсанской складчатой системы. Для каждой структурно-формационной зоны приведены состав вмещающих осадочных и вулканогенно-осадочных отложений, их формационная принадлежность, возраст и рудно-формационный тип месторождений, развитых в их пределах.

Ключевые слова: Большой Алтай, складчатые системы, структурно-формационные зоны, геологические формации, колчеданно-полиметаллические месторождения.

КУДРЯВЦЕВА НЕЛЛИ ГЕОРГИЕВНА, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, ngkudryavtseva@tsnigri.ru

КУЗНЕЦОВ ВЛАДИМИР ВЕНИАМИНОВИЧ, кандидат геолого-минералогических наук, начальник отдела, okt@tsnigri.ru

СЕРАВИНА ТАТЬЯНА ВАЛЕРЬЕВНА, кандидат геолого-минералогических наук, заведующая лабораторией, seravina@tsnigri.ru

ИВАНЕНКОВА ЕЛЕНА ВЛАДИМИРОВНА, старший научный сотрудник, ivanenkova@tsnigri.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов» (ФГБУ «ЦНИГРИ»), г. Москва

Structural-formational and metallogenic regionalization of the Greater Altai

N. G. KUDRYAVTSEVA, V. V. KUZNETSOV, T. V. SERAVINA, E. V. IVANENKOVA

Federal State Budgetary Institution "Central Research Institute of Geological Prospecting for Base and Precious Metals" (FSBI "TsNIGRI"), Moscow

Annotation. The article presents a structural-formational (tectono-stratigraphical) and metallogenic map of the Greater Altai, that covers not only the territory of the Russian Federation (structures of the Southwestern and Gornyi Altai) and Eastern Kazakhstan (Irtysh-Zaisan folded system) (the part that was compiled by the authors earlier), but is also extended for the territory of the Mongolian and Chinese Altai. It is shown that structures of the Gornyi Altai, Southwestern Altai, and the Irtysh-Zaisan folded system (and their corresponding structural-formational zones) continue to the territory of the Mongolian and Chinese Altai. For each of the structural-formational zones, the composition of their constituting sedimentary and volcanosedimentary sequences, their formational type, geological age, and ore-formation types of the ore deposits distributed within their limits are given.

Key words: Greater Altai, folded systems, structural-formational zones, geological formations, polymetallic VMS deposits.

Введение. Изучению геологии и металлогении территории Большого Алтая, куда входит Рудно-алтайская металлогеническая зона, посвящены многочисленные исследования российских (Д. И. Горжевский, П. Ф. Иванкин, В. В. Попов, Г. Ф. Яковлев, Е. И. Филатов, В. В. Авдонин, Ю. И. Демин, М. Ф. Микунов и др.) и казахстанских (А. К. Каюнов, Г. Н. Щерба, Н. И. Стучевский, Б. А. Дьячков, Х. А. Беспяев и др.) учёных. Данная статья является результатом многолетних исследований авторами геологии и металлогении Рудного Алтая (Змеиногорский, Рубцовский, Золотушинский, Прииртышский, Зыряновский рудные районы), что позволило нам предложить иную трактовку геодинамических режимов и обстановок формирования месторождений цветных и благородных металлов для складчатой системы Юго-Западного Алтая. При этом определена позиция колчеданно-полиметаллических месторождений в девонских (D_1 – D_3 fr) рифтогенных структурах [16, 18] в отличие от долго существовавшей гипотезы «о формировании колчеданно-полиметаллических месторождений в островодужных обстановках» [22]. Казахские геологии, изучая геологию и металлогению Большого Алтая [24,26], пришли к такому же выводу о формировании колчеданно-полиметаллического оруденения в рифтогенных структурах в дофаменское время. В настоящее время эта точка зрения превалирует среди большинства российских [2], казахстанских [11] и зарубежных [27] геологов.

В последние годы авторами продолжено изучение территории Большого Алтая в пределах Иртыш-Зайсанской складчатой системы, расположенной к юго-западу от Рудного Алтая, в результате чего с использованием геологических карт Казахстана и литературных источников была составлена «Схематичная структурно-формационная карта Большого Алтая» и определена позиция месторождений цветных и благородных металлов в различных геологических обстановках.

В настоящее время это исследование продолжено к северо-востоку (Горный Алтай) и к юго-востоку (Монгольский и Китайский Алтай) от Рудного Алтая, в результате чего составлена «Схематичная структурно-формационная карта Большого Алтая» (см. рисунок), из которой следует, что на территорию Монгольского и Китайского Алтая продолжают складчатые структуры и развитые в их пределах месторождения различных формационных типов как Горного Алтая, так и Зайсан-

ской складчатой области (Юго-Западный Алтай и Иртыш-Зайсанская складчатые системы). Кратко охарактеризуем эти структуры.

Фактический материал. *Зайсанская складчатая область* располагается между каледонско-герцинскими структурами Горного Алтая на северо-востоке и Чингиз-Тарбагатайскими на юго-западе.

Эта область по особенностям тектонического строения и металлогении подразделяется на две части: северо-восточную, отвечающую складчатой системе Юго-Западного Алтая, и юго-западную – Иртыш-Зайсанскую [7–10, 12, 13]. Первая (раннегерцинская) включает Холзунско-Сарымсактинскую, Рудноалтайскую, Белоубинско-Маймырскую и Иртышскую структурно-формационные зоны (СФЗ), а вторая (позднегерцинская) – Калба-Нарымскую, Западно-Калбинскую, Чарскую, Жарма-Саурскую и Сарсазанскую (см. табл.).

Складчатая система Юго-Западного Алтая развилась на окраине Алтая-Саянского палеоконтинента [1], структурно-формационные комплексы которого представлены кремнисто-терригенными формациями венд-раннепалеозойского силурийского возраста, пронизанными позднекаледонскими гранитоидами, то есть территория Рудноалтайской СФЗ уже в начале девона сформировалась на коре континентального типа. Анализ развития структур, а также латерально-вертикальных рядов геологических формаций позволил выделить три основных этапа формирования складчатой системы Юго-Западного Алтая, отвечающих различным геодинамическим режимам её развития. Первый этап охватывает промежуток времени от раннего девона до франского века и обусловлен процессами континентального рифтогенеза [19], второй – от фаменского века до раннего карбона и соответствует островодужным обстановкам, третий – коллизионный [11, 23] (от среднего карбона до перми).

Рифтогенный этап (D_1 е– D_3 ф) начинается с формирования прогиба, отвечающего Холзунско-Сарымсактинской СФЗ, выполненный красноцветными и пестроцветными карбонатно-терригенными отложениями, которые выше сменяются морскими вулканогенно-осадочными, объединяемыми в известково-кремнисто-терригенную трахидацит-трахириолитовую формацию со стратиформным свинцово-цинковым и железомарганцевым оруденением. Западнее, в пределах Рудноалтайской СФЗ, сформированы рифтогенные прогибы: северо-

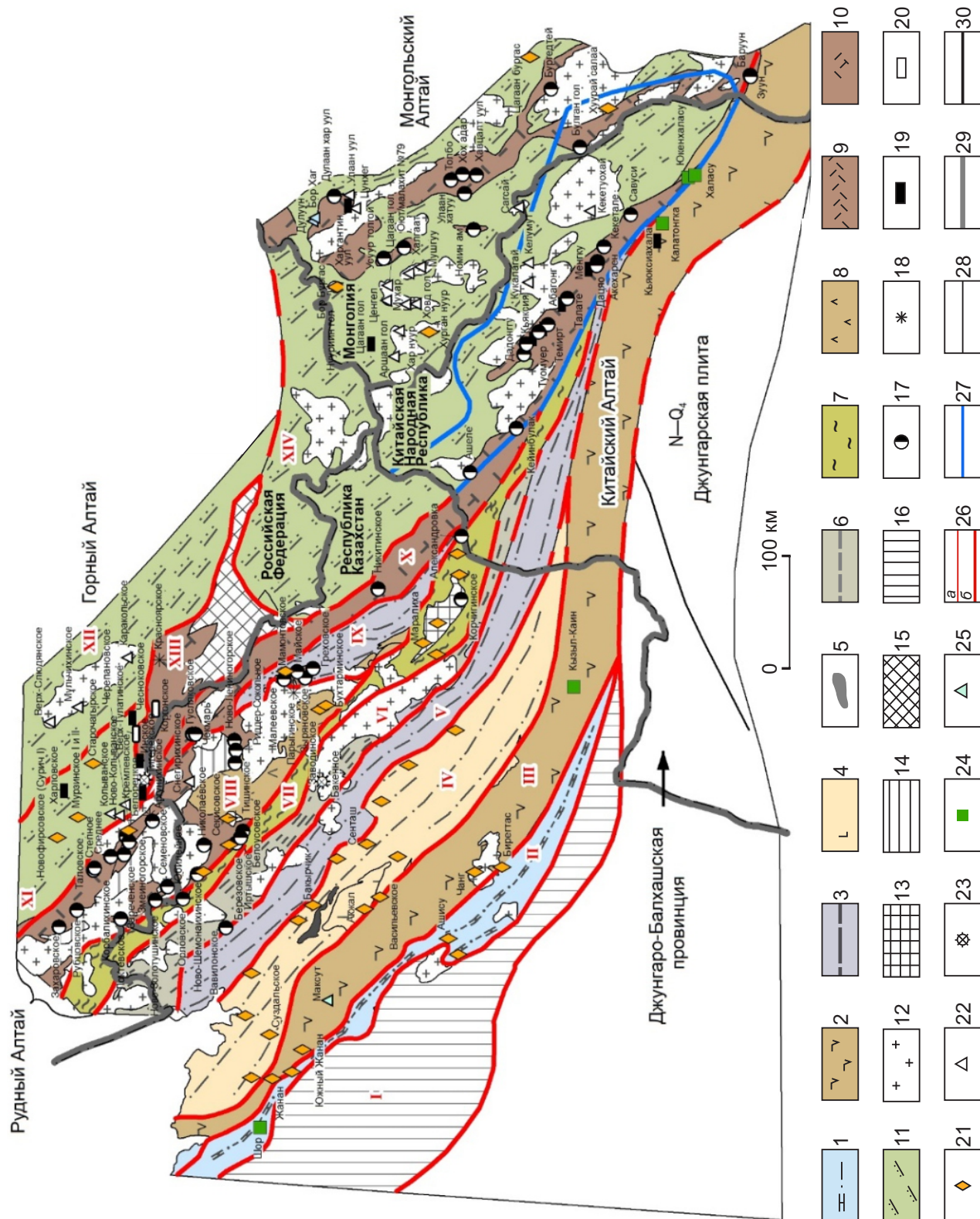


Рисунок. Схематическая структурно-формационная и металлогеническая карта Большого Алтая. С использованием материалов [3, 15, 18]:

геологические формации: 1 – карбонатно-алевропесчаниковая (C_{1v} – Сарсазайская СФЗ), 2 – терригенная андезибазальтовая (C_{1v} – Жарма-Саурская СФЗ), 3 – известково-терригенная флишидная (C_{1t} – Белоубинско-Маймырская, C_{1s} – Западно-Калбинская, C_{1s} – Чарская СФЗ), 4 – вулканогенно-осадочная ($D_3 fm$ – Чарская СФЗ), 5 – габбро-периодитовая (додевонские интрузии – Чарская СФЗ), 6 – аспидная (D_3-C_1 – Калба-Нарымская СФЗ); 7 – зеленосланцевый метаморфический комплекс: алевролиты, известняки, песчаники (D_3 – Иртышская СФЗ), 8 – андезидацитовая известково-терригенная ($D_3 fm-C_1$ – Рудноалтайская СФЗ), 9 – базальт-риолитовая известково-кремнисто-терригенная (D_1-D_3 – Рудноалтайская СФЗ, D_{1-2} – Китайский Алтай, D_2 – Монгольский Алтай), 10 – вулканогенно-осадочная: трахидацит-трахириолитовая известково-кремнисто-терригенная (D_{1-2} – Холзунско-Сарымсактинская и Коргонско-Теректинская СФЗ), 11 – флишидная: серия зеленых и фиолетовых сланцев, алевролитов, песчаников, гравелистов, конгломератов (C_2-O_1 – Чарышско-Чуйская, Холзунско-Чуйская СФЗ), 12 – гранитоидная (без расчленения); 13 – метаморфический комплекс (кристаллические сланцы, гнейсы, амфиболиты) – Pz_1 , Иртышская СФЗ; 14 – нерасчленённые осадочные и гранитоидные формации комплекса основания Рудного Алтая (Pz_1 – Рудноалтайская СФЗ); 15 – нерасчленённые осадочные и гранитоидные формации Горного Алтая (Pz_3 – Коргонско-Теректинская СФЗ); 16 – нерасчленённые осадочные и гранитоидные формации Чингиз-Тарбагатайской СФЗ; рудно-формационные типы месторождений: 17 – медно-свинцово-цинковые золото-серебросодержащие, 18 – свинцово-цинковые жильные, 19 – железоскарновые, 20 – железомарганцевые, 21 – золоторудные и золотосеребряные, 22–23 – редкометалльные: 22 – W, Be, Mo, 23 – Tn, Nb, 24 – медно-порфировые, 25 – медно-никелевые, 26–29 – границы: 26 – СФЗ; а – достоверные, б – предполагаемые и их номер; 27 – Цунху-Чинхэской СФЗ (Китайский Алтай), 28 – геологические, 29 – государственные; 30 – разрывные нарушения

восточный (D_2e-gv_1), фиксируемый в пределах Змеиногорского, Лениногорского и Зырянского рудных районов, и юго-западный (D_1e-D_3f) – в пределах Золотушинского и Прииртышского. Прогибы выполнены вулканогенно-осадочными породами базальт-риолитовой формации, определяющей металлогеническую специализацию Рудного Алтая на колчеданно-полиметаллическое оруждение. По петрохимическим особенностям породы базальт-риолитовой формации относятся к известково-щелочному ряду калиево-натриевой серии, но в пределах северо-восточного и юго-западного рифтогенных прогибов они различаются по составу, возрасту и соотношению вулканогенной и осадочной составляющей [19], которые рассматриваются как субформации. В Зырянском, Лениногорском и Змеиногорском рудных районах распространены породы эмс-раннеживетской последовательно дифференцированной базальтсодержащей андезит-дацит-риолитовой известково-кремнисто-терригенной субформации, отличающейся существенным преобладанием кислых вулканитов над основными, антидромным характером и присутствием значительного количества осадочных пород в вулканогенно-осадочном разрезе. С породами этой субформации ассоциируют свинцово-цинковые колчеданные месторождения, часто с золотом и серебром: Риддер-Сокольное, Тишинское, Ново-Лениногорское в Лениногорском, Зырянское, Малеевское, Греховское в Зырянском, Зареченское, Змеиногорское, Семеновское в Змеиногорском рудных районах.

В Золотушинском, Прииртышском и Змеиногорском рудных районах проявлены породы позднеживетской-раннефранской контрастной базальт-риолитовой кремнисто-терригенной формации, характеризующейся примерно равным соотношением кислых и основных вулканитов, а также осадочной и вулканогенной составляющей. С породами данной формации ассоциируют медно-свинцово-цинковые колчеданные месторождения: Юбилейное, Николаевское, Корбалихинское и другие.

С запада к Рудноалтайской примыкает Иртышская СФЗ, сложенная известково-терригенными и вулканогенными толщами (от верхнего ордовика, силура до верхнего девона), сильнодислоцированными, превращёнными в зеленосланцевый метаморфический комплекс, а также более древними кристаллическими сланцами и гнейсами, с которыми ассоциируют протрузивные тела серпентинитов и metabазальтов [14]. В среднепалео-

Таблица. Структурно-формационное районирование Большого Алтая

Каледонско-герцинская	Зайсанская складчатая область									Структуры Горного Алтая					
	Складчатые системы														
	Иртыш-Зайсанская (позднегерцинская)					Юго-Западного Алтая (раннегерцинская)				Каледонско-герцинские					
Структурно-формационные зоны															
													Холзунско-Чуйская		
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV		
Чингиз-Тарбагатайская	Сарсазанская	Жарма-Саурская	Чарская	Западно-Калбинская	Калба-Нарымская	Иртышская	Рудноалтайская	Белоубинско-Маймырская	Холзунско-Сарымсактинская	Чарышско-Чуйская	Чарышско-Талицкая	Коргонско-Теректинская	Россия	Цунху-Чинхэская (Китайский Алтай)	Монгольский Алтай

зойских флишеидных отложениях Иртышской СФЗ развито медно-пирротинное оруденение, относящееся к колчеданно-полиметаллической формации в углеродисто-терригенных толщах (Вавилонское месторождение).

Этап формирования рифтогенных прогибов завершился внедрением гипабиссальных и гиповулканических образований габбро-диабазовой формации позднего девона–раннего карбона, приуроченных к системе глубинных разломов Северо-Восточной зоны смятия.

Островодужный этап. Вулканогенно-осадочные породы рифтогенного этапа в значительной мере перекрыты отложениями, которые образованы в этап формирования активных окраин с островодужным режимом развития [17]. В этот период (D_3fm-C_1) формируются междугловые бассейны, выполненные известково-терригенными породами флишеидной формации, фиксируемые в пределах Белоубинско-Маймырской зоны, и вулканические дуги, сложенные породами андезидацитов и андезибазальтовых формациями. С фаменской андезидацитово-формацией связаны месторождения и проявления золото-серебро-полиметаллические (Заводинское I, II, Бухтарминское), а с нижнекаменноугольной андезибазальтовой – золото-кварц-сульфидные (Мамонтовское).

В завершающий коллизионный тектоно-магматический цикл с породами габбро-гранодиорит-гранитной формации ранней стадии (C_{2-3}) ассоциируют месторождения золото-сульфидно-кварцевые (Секисовское), а с пермскими гранитоидами гранит-лейкогранитной формации поздней стадии – мелкие редкометалльные (W, Mo, Be) объекты.

Иртыш-Зайсанская складчатая система. Рифтогенный этап. Западная краевая система представляет собой активную континентальную окраину одноимённого гипотетического океана [5]. Осевой структурой этой системы является Чарский рифтогенный прогиб, в пределах которого развит серпентинитовый комплекс, сопоставимый с корой океанического типа. В позднем девоне–раннем карбоне эта структура выполнена вулканогенно-осадочными породами пёстрого состава (D_3fm) и терригенно-углеродистыми отложениями флишеидной формации (C_1s), к которым приурочены месторождения золото-сульфидно-кварцевой формации, ярким примером которых является месторождение Бакырчик. В восточной части Чарского прогиба распространены глубоководные морские и карбонатно-терригенные отложения, которые в Калба-Нарымской СФЗ отвечают аспидной (D_3-C_1), а Западно-Калбинской – флишеидной

(C_1v) формациям. Эти структуры представляют собой прогибы позднедевонского-раннекаменноугольного возраста, которые классифицируются, по мнению авторов, как рифты [4].

Островодужный этап. К западу от Чарской СФЗ на борту Чингиз-Тарбагатайского микроконтинента на коре переходного и океанического типов сформировалась островодужная система раннекаменноугольного возраста, отвечающая Жарма-Саурской и Сарсазанской зонам с сопровождающими её морскими междуговыми и задуговыми бассейнами. При этом в пределах Жарма-Саурской СФЗ островной дуге отвечают породы андезибазальтовой формации (C_1v-s), а Сарсазанская СФЗ соответствует задуговому бассейну, выполненному карбонатно-алевропесчаниковыми отложениями флишовой формации (C_1v).

Завершающий коллизионный этап подразделяется на две стадии. В раннюю (C_{2-3}) с интрузивными породами габбро-гранодиорит-плагитогранитной формации ассоциируют месторождения золото-кварцевой рудной формации: Акжал, Васильевское (Чарская СФЗ), Жанан, Чанг, Бирегтас (Жарма-Саурская СФЗ), Ашису (Сарсазанская СФЗ), медно-порфировой: Кызыл-Каин (Жарма-Саурская СФЗ), медно-никелевые: Максут (Жарма-Саурская СФЗ) и другие. В позднюю стадию (Р) с породами гранит-лейкогранитовой формации связаны редкометалльные (Ta, Nb и др.) месторождения, широко развитые на площади Калба-Нарымской и Западно-Калбинской зон (Бакенное, Юбилейное и др.) [6, 24].

Горный Алтай, Монгольский и Китайский Алтай. К востоку от герцинской Зайсанской складчатой области расположены каледонско-герцинские структуры Горного Алтая, в пределах которых выделяются: Чарышско-Чуйская, Чарышско-Талицкая, Коргонско-Теректинская и Холзунско-Чуйская СФЗ. В пределах этих зон отмечаются сложнодислоцированные верхнедевонские метаморфические образования, слагающие Теректинский блок (Коргонско-Теректинская СФЗ) [20]. Наибольшее распространение на данной территории получили среднекембрийские-нижнеордовикские (C_2-O_1) флишоподобные образования, представленные аркозовыми песчаниками, алевритами, сланцами, а также туфовидными породами. Эти образования распространены в пределах территории России (Чарышско-Чуйская и Чарышско-Талицкой СФЗ), Восточного Казахстана, Монголь-

ского Алтая (Холзунско-Чуйская СФЗ) и Китайского Алтая (Цунху-Чинхэская СФЗ). Резко подчинённую территорию занимают породы силура (S_{1-3}), представленные вулканогенно-терригенными, туфогенно-терригенными и карбонатно-терригенными отложениями.

Вначале герцинского цикла Горно-Алтайский каледонский комплекс испытал регенерацию, в результате чего сформировались грабен-синклинорные прогибы, выполненные существенно вулканогенными девонскими образованиями [20]. Наиболее крупный Коргонский прогиб, совпадающий с Коргонско-Теректинской СФЗ, выполнен отложениями трахидацит-трахириолитовой известково-кремнисто-терригенной формации среднего девона (D_2gv_1), аналогичными таковым в Холзунско-Сарымсактинской зоне. С ними ассоциируют железоскарновые (Белорецкое, Инское, Цаган гол (Монголия)) и железомарганцевые месторождения (Коргонское).

В Монгольском Алтае развитые среднедевонские вулканогенно-осадочные отложения можно сопоставить с породами базальт-андезит-риолитовой формации ($D_1e-D_2gv_1$) Рудного Алтая, которые вмещают медно-свинцово-цинковые колчеданные месторождения (Усууртолгой, Оют/малахит, № 79, Толбо, Хох адар, Улаанхатуу и др.) [3, 28, 31].

В пределах территории Китайского Алтая девонские отложения представлены породами формации «Кангбутибао», которая включает вулканические и пирокластические породы, метаморфизованные в зеленосланцевой и амфиболитовой фациях [17]. Возраст этих отложений нижний девон. Средне-верхнедевонские отложения объединены в свиту «Алтай», представленную в нижней части разреза кислыми вулканогенными породами (дацитами), а в верхней – пиллоу-базальтами, андезитами и пирокластическими породами. На схематической структурно-формационной и металлогенической карте (см. рисунок) отложения ниже- и средне-верхнедевонского возраста объединены.

Девонские отложения Китайского Алтая, также как и Монгольского, включают колчеданно-полиметаллические месторождения рудноалтайского типа (Кекетале, Кейнбулейк, Дадонггу, Темирт, Талате, Вуласигоу, Абагонг, Савуси, Дацяо, Акехарен и др.) [32, 33] и месторождения железа (Туо-муер, Менгку). Колчеданные и колчеданно-полиметаллические месторождения Китайского Алтая

залегают в вулканогенно-осадочных отложениях, представленных среднекислыми вулканитами (риолитами, дацитами), базальтами и пирокластическими породами: туфами различного состава, туфогенными алевролитами, туфобрекчиями. Возраст этих образований нижний–средний девон. Рудные тела (медно-свинцово-цинковые) представляют собой массивные сульфидные отложения (VMS), которые сформированы синхронно с вулканизмом [29]. По комплексу признаков – составу вмещающих пород, времени образования, минеральному составу руд – колчеданные и колчеданно-полиметаллические месторождения Китайского Алтая сходны с таковыми Рудного Алтая.

Что касается геодинамического режима формирования этих месторождений, то среди Китайских учёных существуют две точки зрения. Одни авторы [15] считают, что колчеданные месторождения Китайского Алтая сформированы в субдукционно-аккреционном комплексе, и в раннем палеозое эта область представляла активную континентальную окраину с островодужным режимом развития. Другие авторы [27, 29] относят этап формирования вулканогенно-осадочного комплекса (D_1 – D_3 fm) и связанного с ним колчеданно-полиметаллического оруднения к рифтогенезу на континентальной коре, что вполне согласуется с точкой зрения авторов данной статьи.

Островодужный этап для Монгольского и Китайского Алтая выделяется в интервале (D_3 fm– C_1 S) [23], но установление чёткой границы между рифтогенным и островодужным этапами в верхнем девоне требует дополнительных данных, что особенно важно для выявления позиции месторождений.

Коллизионный этап (C_2 –P) проявлен на данной территории гранитоидами преимущественно габбро-гранодиорит-гранитовой формации, с которыми связаны многочисленные редкометалльные месторождения [25].

В России редкометалльные месторождения (W, Be, Mo) проявлены в пределах Чарышско-Чуйской (Колыванское, Ново-Колыванское, Кремлевское) и Чарышско-Талицкой СФЗ (Верх-Слюдянское, Мульчихинское, Каракольское), в Монголии (Нуурийин гол, Харнуур, Ценгел, Ховд гол и др.), в Китае (Куколагай, Келумут, Кекетуохай и др.) – в пределах Холзунско-Чуйской СФЗ. С этими же интрузиями связаны месторождения и проявления золота: в России – Новогорское (Сурич I), Мурзинское I и II, Старочагырское (Чарышско-

Чуйская СФЗ), в Монголии – Бор Бургас, Хурганнуур, Цагаанбургас и др. (Холзунско-Чуйская СФЗ).

Металлогения. Охарактеризованные складчатые системы Большого Алтая различаются не только по геологическому строению, геодинамическим особенностям, но и по металлогении, что отражено в целом ряде работ [6, 8–11, 13, 21, 24, 26].

Для структур Юго-Западного Алтая рудные месторождения можно объединить в три латерально-вертикальных ряда. Месторождения, сформированные в рифтогенный этап (D_1 e– D_3 f), образуют латеральный ряд с востока на запад, который начинается с месторождений железорудной, железомарганцевой и стратиформной формаций в связи с эмс-нижнеживетской трахидацит-трахириолитовой формацией (Холзунско-Сарымсактинская СФЗ), продолжается в этом же интервале свинцово-цинковыми колчеданными в связи с базальт-содержащей андезит-дацит-риолитовой и наращивается медно-свинцово-цинковыми колчеданными в связи с контрастной базальт-риолитовой верхнеживетско-франской формацией (Рудноалтайская СФЗ). По вертикали ряд рудных формаций рифтогенного этапа надстраивается рудно-формационными типами месторождений островодужного этапа (D_3 fm– C_1 S): золото-серебро-полиметаллическими в связи с островной андезит-дацитово-кварцевой формацией и золото-кварц-сульфидными в связи с андезибазальтовой.

Месторождения рудных формаций рифтогенного и островодужного этапов по вертикали сменяются месторождениями, сформированными в коллизионный тектоно-магматический цикл (C_2 –P), связанными с плутогенными формациями гранитоидов: золото-сульфидно-кварцевые, мелкие проявления порфировой, свинцово-цинковой жильной и скарновой рудных формаций, а также редкометалльные (W, Mo, Be).

Металлогения Иртыш-Зайсанской складчатой системы детально освещена в работах казахстанских геологов. Она включает многочисленные редкометалльные месторождения (Калбинская СФЗ) [9, 10, 12], а также золоторудные: золото-сульфидно-кварцевой, золотокварцевой формаций (Калба-Нарымская, Чарская СФЗ). В Жармо-Саурском поясе развиты мелкие месторождения меди медно-порфировой, медно-кварцево-жильной и медно-скарновой формаций.

Металлогения Горного Алтая, Монгольского и Китайского Алтая сходна с охарактеризованной выше для Юго-Западного Алтая. Отличием явля-

ется проявление на данных территориях каледонского этапа, металлогения которого выражена в развитии мелких медных проявлений, приуроченных к терригенным флишеидным толщам (C_2-O_1) [24].

В герцинский рифтогенный этап ($D_1-D_2gv_1$) здесь проявлены железо-скарновые, железомарганцевые и медно-свинцово-цинковые колчеданные месторождения рудноалтайского типа.

Для отнесения ряда месторождений к островодужному этапу (D_3fm-C_1S) необходимы дополнительные данные о формационной принадлежности и возрасте рудовмещающих толщ и вмещающих их месторождений.

В коллизионный этап (C_2-P) развиты многочисленные редкометалльные (W, Mo, Be) и золоторудные (различных формационных типов) месторождения в связи с гранитоидными интрузиями.

На территории Китайского Алтая продолжаются структуры не только Горного и Рудного Алтая, но и структуры Иртыш-Зайсанской складчатой системы с сопровождающими их месторождениями различных формационных типов (золото, железо, медь, редкие металлы). Последние имеют место и на территории Китайского Алтая. Так, развитые в пределах Жарма-Саурской СФЗ месторождения медно-порофировой формации (Кызылкаин) отмечаются в пределах Китайского Алтая (Калатонгка, Юкенхаласу, Халасу).

Заключение. Многолетние исследования авторов по геологии и металлогении Большого Алтая, включающего раннегерцинскую систему Юго-Западного Алтая (куда входит Рудноалтайская СФЗ) и позднегерцинскую Иртыш-Зайсанскую (территория РФ и Республики Казахстан), продолжены в пределах каледонско-герцинских структур Горного Алтая (РФ), Монголии и Китая. На эту территорию составлена оригинальная схематическая «Структурно-формационная и металлогеническая карта Большого Алтая», из которой следует, что геологические структуры и развитые в их пределах месторождения различных формационных типов на территории РФ и Восточного Казахстана, имеют продолжение в Монгольском и Китайском Алтае.

Выявленные закономерности приуроченности месторождений цветных и благородных металлов к определённым этапам и соответствующим геодинамическим обстановкам позволяют использовать их в начальных этапах прогнозирования оруденения подобного типа. А установленные особенности формирования колчеданно-полиметаллических месторождений в рифтогенных структурах являются важным фактором при прогнозе и поисках данного оруденения не только в пределах Большого Алтая, но и в сходных металлогенических провинциях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беспяев Х. А., Полянский Н. В., Ганженко Г. Д., Дьячков Б. А. [и др.] Геология и металлогения Юго-Западного Алтая. – Алматы : Гылым, 1997. – 288 с.
2. Викентьев И. В., Куйбида М. Л., Яковлев В. А. [и др.] Рудноалтайский колчеданно-полиметаллический пояс (Россия, Казахстан) и факторы его формирования // Геология рудных месторождений. – 2024. – Т. 66. – С. 567–603.
3. Геологическая карта Монголии масштаба 1 : 1 000 000. – Улан-Батор, 1998.
4. Геотектоника с основами геодинамики / В. Е. Хаин, М. Г. Ломизе. – М. : Изд. МГУ, 1995. – 479 с.
5. Глубинное строение и минеральные ресурсы Казахстана. Т. 1. Глубинное строение и геодинамика. – Алматы : Национальная АН Республики Казахстан, 2002. – 220 с.
6. Глубинное строение и минеральные ресурсы Казахстана. Т. 2. Металлогения. – Алматы : Национальная АН Республики Казахстан, 2002. – 272 с.
7. Горжевский Д. И., Караулов В. Б., Микунов М. Ф., Филатов Е. И. Структура Рудного Алтая и закономерности размещения полиметаллических месторождений // Геотектоника. – 1977. – № 3. – С. 60–77.
8. Горжевский Д. И., Чекваидзе Б. В., Исакович И. З. Типы полиметаллических месторождений Рудного Алтая, их происхождение и методы поисков. – М. : Недра, 1977. – 195 с.
9. Дьячков Б. А., Майорова И. Л., Нахтигаль Г. Л., Абдрахманов К. А. Гранитоидные и рудные формации Калба-Нарымского пояса (Рудный Алтай). – Алматы : Гылым, 1994. – 205 с.
10. Дьячков Б. А., Малыгин А. А., Нахтигаль Г. Л., Титов Д. В. Рудоносные структуры Рудного Алтая // Геология и охрана недр. – 2004. – № 4. – С. 3–8.
11. Дьячков Б. А., Мизерная Т. А., Пяткова А. П. [и др.] К проблеме формирования колчеданно-полиметаллических месторождений Рудного Алтая // Отечественная геология. – 2021. – № 5. – С. 3–17.
12. Дьячков Б. А., Никитина Т. М., Майорова Н. П. Редкометалльные рудноформационные системы

- Восточного Казахстана // Геология Казахстана. – Алматы, 2004. – С. 222–229.
13. Дьячков Б. А., Титов Д. В., Сапаргалиев Е. М. Рудные пояса Большого Алтая и оценка их перспектив // Геология рудных месторождений. – 2009. – Т. 51, № 3. – С. 222–238.
14. Ермолов П. В., Полянский Н. В., Добрецов Н. Л. [и др.] Офиолиты Чарской зоны // Офиолиты. – Алматы, 1981. – С. 103–173.
15. Кай Кеда, Сун Мин, Ян Чао, Лонг Хиаопин, Хиао Венджио. Обзор геологического строения Китайского Алтая (Северо-Западный Китай) и его тектоническая эволюция в палеозое // Геология и геофизика. – 2011. – Т. 52. – С. 2056–2074.
16. Кудрявцева Н. Г. Ряды рудных формаций месторождений цветных и благородных металлов в различных геодинамических обстановках Юго-Западного Алтая // Руды и металлы. – 2001. – № 6. – С. 44–52.
17. Кудрявцева Н. Г., Кузнецов В. В. Геодинамические особенности формирования месторождений цветных и благородных металлов Большого Алтая // Материалы международной конференции «Большой Алтай – уникальная редкометалльно-золото-полиметаллическая провинция Центральной Азии». – Алматы, 2010. – С. 95–96.
18. Кудрявцева Н. Г., Кузнецов В. В., Серавина Т. В. Геодинамические обстановки формирования месторождений цветных и благородных металлов Большого Алтая // Отечественная геология. – 2022. – № 2. – С. 12–23.
19. Кузнецов В. В., Кудрявцева Н. Г., Серавина Т. В. [и др.] Основы прогноза колчеданно-полиметаллических месторождений Рудного Алтая : монография. – М. : ЦНИГРИ, 2019. – 207 с.
20. Милановский Е. Е. Геология СССР. Часть 2 Урало-Монгольский подвижной пояс и смежные метаплаформенные области. – М. : Изд-во МГУ, 1989.
21. Попов В. В., Стучевский Н. И., Демин Ю. И. Полиметаллические месторождения Рудного Алтая. – М., 1995. – 420 с.
22. Филатов Е. И., Ширай Е. П. О палеосистеме островных дуг Зайсанской складчатой области // Доклады АН СССР. – 1975. – Т. 225, № 1. – С. 172–175.
23. Щерба Г. Н., Беспяев Х. А., Дьячков Б. А. [и др.] Развитие структур Большого Алтая на основе геодинамических реконструкций // Геодинамика и минералогия Казахстана. Ч. 1. – Алматы : РИОВАК РК, 2000. – С. 73–81.
24. Щерба Г. Н., Дьячков Б. А., Беспяев Х. А. [и др.] Большой Алтай (геология и металлогения). – В 3 кн., кн. 2. Металлогения. – Алматы : РИОВАК РК, 2000. – 400 с.
25. Щерба Г. Н., Дьячков Б. А., Стучевский Н. И. [и др.] Большой Алтай (геология и металлогения). – В 3 кн., кн. 1. Геологическое строение. – Алматы : Гылым, 1998. – 304 с.
26. Яковлев Г. Ф., Микунов М. Ф. Размещение колчеданно-полиметаллических месторождений Рудного Алтая в связи с его структурно-формационно-фациальными особенностями // Геология рудных месторождений. – 1976. – № 3. – С. 45–56.
27. Allen R. L., Tornos F., Peter J. M. Thematic Issue on The Geological Setting And Genesis Of Volcanogenic Massive Sulfide (VMS) Deposits // Mineralium Deposita. – 2011. – V 46, № 5–6. – P. 429–430.
28. Gerel O., Pirajno F., Batkhishig B., Dostal J. Mineral Resources of Mongolia. – Berlin : Springer, 2021. – 461 p.
29. Niu L., Hong T., Xu X. W., Li H., Ke Q., Wang X. H., Ma Y. C. A revised stratigraphic and tectonic framework for the Ashele volcanogenic massive sulfide deposit in the southern Chinese Altay: Evidence from stratigraphic relationships and zircon geochronology // Journal Ore Geology Reviews. – 2020. – 127. – 103814.
30. Sun C., Zhang H., Yang X., Ji W., Chen B., Li Y., Dong Z., Faisal M., He Z. The role of long-lived arc volcanism in the formation of the VMS deposits: A case study of the volcanic-sedimentary sequence of Kangbutiebao formation associated with VMS deposits, Altai Mountains // Gondwana Research. – 2023. – V. 118. – P. 194–217.
31. Tamir B., Dorjgotov T. B., Lkhagvatseren D. Geology and ore composition studies of Dulaan khar uul polymetal deposit // Journal of Geological Issues. – 2018. – 494, 16. – P. 76–83.
32. Wan B., Zhang L. C., Xiao W. J. Geological and geochemical characteristics and ore genesis of the Keketale VMS Pb-Zn deposit, Southern Altai Metallogenic Belt, NW China // Journal Ore Geology Reviews. – 2010. – 37 (2). – P. 114–126.
33. Yang F. Q., Zhang B., Yang C. D., Li Q., Wang Y. Q. Geology and geochronology of the volcanogenic massive sulphide polymetallic deposits in Altay Orogenic Belt, Xinjiang, Northwest China: examples from the Kelan Basin. // Int. Geol. Rev. – 2020. – 63 (10). – P. 1199–1214.

REFERENCES

1. Bespayev Kh. A., Polyanskiy N. V., Ganzhenko G. D., Dyachkov B. A. [et al.] Geologiya i metallogeniya Yugo-Zapadnogo Altaya [Geology and metallogeny of the South-West Altai], Almaty, Gylym publ., 1997, 288 p. (In Russ.)
2. Vikentyev I. V., Kuybida M. L., Yakovlev V. A. [et al.] Rudnoaltayskiy kolchedanno-polimetallicheskiy poiyas (Rossiya, Kazakhstan) i faktory yego formirovaniya [Rudno-Altai pyrite-polymetallic belt (Russia, Ka-

- zakhsan) and factors of its formation], *Geologiya rudnykh mestorozhdeniy*, 2024, V. 66, pp. 567–603. (In Russ.)
3. *Geologicheskaya karta Mongolii masshtaba 1 : 1 000 000* [Geological map of Mongolia, scale 1:1,000,000], Ulan-Bator, 1998. (In Russ.)
 4. *Geotektonika s osnovami geodinamiki* [Geotectonics with the basics of geodynamics], ed. V. Ye. Khain, M. G. Lomize, Moscow, MGU publ., 1995, 479 p. (In Russ.)
 5. *Glubinnoye stroyeniye i mineralnyye resursy Kazakhstana. V. 1. Glubinnoye stroyeniye i geodinamika* [Deep structure and mineral resources of Kazakhstan. V. 1. Deep structure and geodynamics], Almaty, Natsionalnaya AN Respubliki Kazakhstan publ., 2002, 220 p. (In Russ.)
 6. *Glubinnoye stroyeniye i mineralnyye resursy Kazakhstana. V. 2. Metallogeniya* [Deep structure and mineral resources of Kazakhstan. V. 2. Metallogeny]. Almaty, Natsionalnaya AN Respubliki Kazakhstan publ., 2002, 272 p. (In Russ.)
 7. *Gorzhevskiy D. I., Karaulov V. B., Mikunov M. F., Filatov Ye. I. Struktura Rudnogo Altaya i zakonornosti razmeshcheniya polimetallicheskikh mestorozhdeniy* [Structure of Rudny Altai and patterns of distribution of polymetallic deposits], *Geotektonika*, 1977, No. 3, pp. 60–77. (In Russ.)
 8. *Gorzhevskiy D. I., Chekvaidze B. V., Isakovich I. Z. Tipy polimetallicheskikh mestorozhdeniy Rudnogo Altaya, ikh proiskhozhdeniye i metody poiskov*, Moscow, Nedra publ., 1977, 195 p. (In Russ.)
 9. *Dyachkov B. A., Mayorova I. L., Nakhtigal G. L., Abdrakhmanov K. A. Granitoidnye i rudnye formacii Kalba-Narymskogo poyasa (Rudnyy Altaj)* [Granitoid and ore formations of the Kalba-Narym belt (Ore Altai)], Almaty, Gylym publ., 1994, 205 p. (In Russ.)
 10. *Dyachkov B. A., Malygin A. A., Nachtigal G. L., Titov D. V. Rudonosnyye struktury Rudnogo Altaya* [Ore-bearing structures of Rudny Altai], *Geologiya i okhrana nedr*, 2004, No. 4, pp. 3–8. (In Russ.)
 11. *Dyachkov B. A., Mizernaya T. A., Pyatkova A. P.* [et al.] *K probleme formirovaniya kolchedanno-polimetallicheskikh mestorozhdeniy Rudnogo Altaya* [On the problem of formation of pyrite-polymetallic deposits of Rudny Altai], *Otechestvennaya geologiya*, 2021, No. 5, pp. 3–17. (In Russ.)
 12. *Dyachkov B. A., Nikitina T. M., Mayorova N. P. Redkometallnyye rudnoformatsionnyye sistemy Vostochnogo Kazakhstana* [Rare metal ore-formation systems of Eastern Kazakhstan], *Geologiya Kazakhstana*, Almaty, 2004, pp. 222–229. (In Russ.)
 13. *Dyachkov B. A., Titov D. V., Sapargaliyev Ye. M. Rudnyye poyasa Bolshogo Altaya i otsenka ikh perspektiv* [Ore belts of the Greater Altai and assessment of their prospects], *Geologiya rudnykh mestorozhdeniy*, 2009, V. 51, No. 3, pp. 222–238. (In Russ.)
 14. *Yermolov P. V., Polyanskiy N. V., Dobretsov N. L.* [et al.] *Ofiolity Charskoy zony* [Ophiolites of the Chara zone], *Ofiolity*, Almaty, 1981, pp. 103–173. (In Russ.)
 15. *Kay Keda, Sun Min, Yan Chao, Long Khiao-pin, Khiao Vendzhio. Obzor geologicheskogo stroyniya Kitayskogo Altaya (Severo-Zapadnyy Kitay) i yego tektonicheskaya evolyutsiya v paleozoye* [Review of the geological structure of the Chinese Altai (Northwest China) and its tectonic evolution in the Paleozoic], *Geologiya i geofizika*, 2011, V. 52, pp. 2056–2074. (In Russ.)
 16. *Kudryavtseva N. G. Ryady rudnykh formatsiy mestorozhdeniy tsvetnykh i blagorodnykh metallov v razlichnykh geodinamicheskikh obstanovkakh Yugo-Zapadnogo Altaya* [Series of ore formations of deposits of non-ferrous and precious metals in various geodynamic settings of the South-West Altai], *Rudy i metall*, 2001, No. 6, pp. 44–52. (In Russ.)
 17. *Kudryavtseva N. G., Kuznetsov V. V. Geodinamicheskiye osobennosti formirovaniya mestorozhdeniy tsvetnykh i blagorodnykh metallov Bolshogo Altaya* [Geodynamic features of the formation of deposits of non-ferrous and precious metals of the Greater Altai], Almaty, 2010, pp. 95–96. (In Russ.)
 18. *Kudryavtseva N. G., Kuznetsov V. V., Seravina T. V. Geodinamicheskiye obstanovki formirovaniya mestorozhdeniy tsvetnykh i blagorodnykh metallov Bolshogo Altaya* [Geodynamic settings for the formation of deposits of non-ferrous and precious metals in the Greater Altai], *Otechestvennaya geologiya*, 2022, No. 2, pp. 12–23. (In Russ.)
 19. *Kuznetsov V. V., Kudryavtseva N. G., Seravina T. V.* [et al.] *Osnovy prognoza kolchedanno-polimetallicheskikh mestorozhdeniy Rudnogo Altaya, monografiya* [Fundamentals of forecasting pyrite-polymetallic deposits of Rudny Altai, monograph], Moscow, TSNIIGRI publ., 2019, 207 p. (In Russ.)
 20. *Milanovskiy Ye. Ye. Geologiya SSSR. Chast 2 Uralo-Mongolskiy podvizhnoy poyas i smezhnyye metaplatformennyye oblasti* [Geology of the USSR. Part 2. Ural-Mongolian mobile belt and adjacent metaplatform regions], Moscow, MGU publ., 1989, 271 p. (In Russ.)
 21. *Popov V. V., Stuchevskiy N. I., Demin Yu. I. Polimetallicheskiye mestorozhdeniya Rudnogo Altaya* [Polymetallic deposits of Rudny Altai], Moscow, 1995, 420 p. (In Russ.)
 22. *Filatov Ye. I., Shiray Ye. P. O paleosisteme ostrovnykh dug Zaysanskoy skladchatoy oblasti* [On the paleosystem of island arcs of the Zaisan folded region], *Doklady AN SSSR*, 1975, V. 225, No. 1, pp. 172–175. (In Russ.)
 23. *Shcherba G. N., Bespayev Kh. A., Dyachkov B. A.* [et al.] *Razvitiye struktur Bolshogo Altaya na osnove geodinamicheskikh rekonstruktsiy* [Development of the Greater Altai structures based on geodynamic reconstructions], *Geodinamika i minerageniya Kazakhstana. Pt. 1*, Almaty, RIOVAK RK publ., 2000, pp. 73–81. (In Russ.)

24. *Shcherba G. N., Dyachkov B. A., Bespayev Kh. A.* [et al.] *Bolshoy Altay (geologiya i metallogeniya)* [Greater Altai (geology and metallogeny) In 3 books, book 2. Metallogeny], Almaty, RIOVAKRK publ., 2000, 400 p. (In Russ.)
25. *Shcherba G. N., Dyachkov B. A., Stuchevskiy N. I.* [et al.] *Bolshoy Altay (geologiya i metallogeniya) geologicheskoye stroyeniye* [Greater Altai (geology and metallogeny) geological structure, In 3 books, book 1. Geological structure], Almaty, Gylym publ., 1998, 304 c. (In Russ.)
26. *Yakovlev G. F., Mikunov M. F.* Razmeshcheniye kolchedanno-polimetallicheskikh mestorozhdeniy Rudnogo Altaya v svyazi s yego strukturno-formatsionno-fatsialnymi osobennostyami [Location of pyrite-polymetallic deposits of Rudny Altai in connection with its structural-formational-facies features], *Geologiya rudnykh mestorozhdeniy*, 1976, No. 3, pp. 45–56. (In Russ.)
27. *Allen R. L., Tornos F., Peter J. M.* Thematic Issue on The Geological Setting And Genesis Of Volcanogenic Massive Sulfide (VMS) Deposits, *Mineralium Deposita*, 2011, V. 46, No. 5–6, pp. 429–430.
28. *Gerel O., Pirajno F., Batkhishig B., Dostal J.* Mineral Resources of Mongolia. Berlin, Springer publ., 2021, 461 p.
29. *Niu L., Hong T., Xu X. W., Li H., Ke Q., Wang X. H., Ma Y. C.* A revised stratigraphic and tectonic framework for the Ashele volcanogenic massive sulfide deposit in the southern Chinese Altay: Evidence from stratigraphic relationships and zircon geochronology, *Journal Ore Geology Reviews*, 2020, 127, pp. 103814.
30. *Sun C., Zhang H., Yang X., Ji W., Chen B., Li Y., Dong Z., Faisal M., He Z.* The role of long-lived arc volcanism in the formation of the VMS deposits: A case study of the volcanic-sedimentary sequence of Kangbutiebao formation associated with VMS deposits, *Altai Mountains, Gondwana Research*, 2023, V. 118, pp. 194–217.
31. *Tamir B., Dorjgotov T. B., Lkhagvatseren D.* Geology and ore composition studies of Dulaan khar uul polymetal deposit // *Journal of Geological Issues*. – 2018. – 494, 16. – P. 76–83.
32. *Wan B., Zhang L. C., Xiao W. J.* Geological and geochemical characteristics and ore genesis of the Keketale VMS Pb-Zn deposit, Southern Altai Metallogenic Belt, NW China, *Journal Ore Geology Reviews*, 2010, 37 (2), pp. 114–126.
33. *Yang F. Q., Zhang B., Yang C. D., Li Q., Wang Y. Q.* Geology and geochronology of the volcanogenic massive sulphide polymetallic deposits in Altay Orogenic Belt, Xinjiang, Northwest China: examples from the Kelan Basin, *Int. Geol. Rev*, 2020, 63 (10), pp. 1199–1214.

Статья поступила в редакцию 18.04.25; одобрена после рецензирования 30.05.25; принята к публикации 05.06.25.
The article was submitted 18.04.25; approved after reviewing 30.05.25; accepted for publication 05.06.25.

Журнал «Отечественная геология» принимает участие в геологических конференциях, совещаниях, съездах в качестве информационного партнёра, освещая на своих страницах важные события отрасли.

Приглашаем к сотрудничеству представителей геологических, горно-геологических, горнодобывающих организаций и предприятий, отраслевых научно-исследовательских, академических и образовательных институтов по вопросам размещения рекламы или издания целевого номера.