

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЮ
Федеральное государственное бюджетное учреждение
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ ИНСТИТУТ
ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ
(ФГБУ «ЦНИГРИ»)



Варшавское шоссе, д. 129, корп. 1, Москва, 117545
Тел./факс: (495) 313-18-18; E-mail: tsnigri@tsnigri.ru; http://www.tsnigri.ru
ОГРН 1187746427230, ИНН 7726429427 КПП 772601001

УТВЕРЖДАЮ



А. И. Иванов

2025 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Греку Евгения Дмитриевича «Оруденение Акжал-Боко-Ашалинского золоторудного района (Восточный Казахстан): вещественный состав, этапы и время формирования», представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук, по специальности 1.6.10 – геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения

Диссертационная работа Е. Д. Греку посвящена актуальной проблеме генезиса золоторудных месторождений, решаемой на примере одного из золоторудных районов Восточного Казахстана – Акжал-Боко-Ашалинского, в пределах которого локализован ряд месторождений, а также многочисленные рудопроявления золота, особенности вещественного состава которых до настоящего времени недоизучены, а многие генетические вопросы остаются предметом дискуссий.

Целью работы является установление этапов рудообразования, выявление минералого-геохимических особенностей руд, а также определение их связи с магматизмом, развитым в пределах рассматриваемого золоторудного района. Соответственно, задачи, поставленные в работе, сводятся большей частью к изучению минералого-геохимических особенностей руд и вмещающих пород, определению их возраста. На основе полученных данных предлагается разработка структурно-вещественной модели истории формирования месторождений рассматриваемого рудного района.

Диссертация основана на авторских материалах, собранных в период с 2020 по 2025 гг., в процессе выполнения научно-исследовательских работ в рамках темы государственного задания ИГМ СО РАН, проектов РАН, с привлечением данных научного руководителя, а также опубликованных и фондовых материалов. Диссертация, общим объемом 177 стр., состоит из введения, семи глав, заключения и списка цитируемой литературы, включающего 242 публикации. В диссертации приведено 60 рисунков, 17 таблиц и 3 приложения.

Во введении кратко описана актуальность цель и задачи работы. Также в этом разделе приводятся методика исследований, научная новизна и практическая значимость диссертации, приведены защищаемые положения и сведения об аprobации работы.

В первой главе приведены данные по истории геологического изучения, металлогенической характеристике и геологическому строению Акжал-Боко-Ашалинского золоторудного района. Приведены краткие сведения по факторам, контролирующими золоторудную минерализацию и особенностям геохимической специализации стратифицированных образований и магматических пород, развитых в пределах рассматриваемого золоторудного района. Глава основана преимущественно на литературных данных, поэтому точка зрения автора на дискуссионные вопросы по геологии и металлогенезу данного золоторудного района не всегда четко обозначена. В частности, в тексте диссертации приведены три разных схемы металлогенического районирования, с разными названиями изучаемого рудного района, но выбран четвертый вариант названия (Акжал-Боко-Ашалинский) как наиболее применяемый, но из представленного текста распространность такого названия не очевидна. Есть более мелкие замечания. На рис. 1.2. отсутствуют подрисуночные условные обозначения. Непонятно, что за пояса указаны на этой схеме – металлогенические или др.? На рис. 1.3. не показаны контуры изучаемого рудного района. Далее в работе они также отсутствуют. Кроме того, на этом же рисунке имеются несоответствия условных обозначений содержанию самой карты, например, отложения карбонового возраста на карте расчленены на несколько свит, тогда как в условных обозначениях показано лишь одно стратиграфическое подразделение и т.д. При рассмотрении рудоконтролирующих факторов не показана точка зрения автора, какой из факторов все-таки оказал решающее влияние на локализацию золотого оруденения.

Вторая глава посвящена описанию геологического строения изученных месторождений и рудопроявлений. Кратко рассмотрено строение четырех типовых объектов – месторождений Акжал, Южные Ашалы и Васильевского, рудопроявления Сергей I. Описания сопровождаются авторскими фотографиями обнажений и образцов, схемами геологического строения. Данные, представленные в главе, дают представление о геологии изученных объектов. Имеются некоторые

замечания. Нигде не указаны типы метасоматических процессов, за исключением упоминания об окварцевании пород. На геологических картах (рис. 2.1 и 2.2.) отсутствуют контуры рудных полей, на рис. 2.1 нет масштабной линейки. Для месторождения Акжал указано, что рудные тела представлены кварцевыми жилами и минерализованными зонами. При этом, приведено достаточно подробное описание жил, в том числе и их фотографии, но описание минерализованных зон практически отсутствует, кроме упоминания о том, что они «...тяготеют в основном к алевролитам...». Зональность данного месторождения описана исключительно по литературным данным, авторские наблюдения никак не использованы, кроме того, в раздел «зональность» почему-то включены данные по термобарогеохимии, которые никакой зональности не отражают. Также слишком кратко описаны рудные тела (жилы и минерализованные зоны) месторождения Южные Ашалы.

В третьей главе представлены результаты минералого-геохимических исследований и изучения структурно-текстурных особенностей руд месторождений Акжал и Южные Ашалы как типовых объектов. Глава хорошо иллюстрирована, сопровождается описаниями и микрофотографиями изученных рудных минералов, фотографиями образцов, характеризующих текстуры и структуры руд. Рассмотрены особенности морфологии и химического состава рудных минералов и приведены общие схемы последовательности минералообразования на изученных объектах. Некоторые замечания. Жилы с содержанием сульфидов 1-3 % автором отнесены почему-то к сульфидно-кварцевым, хотя с таким содержанием это малосульфидные жилы. Есть некоторая путаница с названиями текстур руд. В частности, на рис 3.1а текстура названа массивной и вкрапленной, хотя больше соответствует полосчатой, на рис. 3.1б текстуры выделены как массивная и прожилковая, хотя больше похожа на гнездовую и т.д. На рис. 3.10 названия текстур не приводятся, хотя и описаны в тексте. На рис. 3.20 и 3.21 показаны схемы последовательности минералообразования для месторождений Акжал и Южные Ашалы соответственно. В этих схемах приведено достаточно большое количество минералов, в том числе показаны и нерудные. Однако описания текстурно-структурных особенностей и взаимоотношений нерудных минералов в тексте нет, описаны только рудные минералы и непонятно, на каком основании построена схема последовательности формирования нерудных минералов. Если это данные предшественников, от нужна соответствующая ссылка. К сожалению, в работе никак не обсуждаются физико-химические условия минералообразования, хотя их оценку можно было бы провести по изотопным и минералогическим данным, если не привлекать методы термобарогеохимии.

В четвертой главе рассмотрены данные по микроэлементному составу сульфидных минералов, полученных на основе электронно-зондового микроанализа и методом LA-ICP-MS. Глава содержит описания изученных минералов

(преимущественно это пирит и арсенопирит) и диаграммы их микроэлементного состава, иллюстрирована картами распределения элементов в минералах. Данные по распределению микропримесей на основе метода LA-ICP-MS получены для месторождения Южные Ашалы. В заключении главы приведено обсуждение полученных результатов и предложен вероятный механизм формирования золоторудной минерализации. В качестве мелкого замечания можно отметить, что на рис. 4.8 и 4.9 показаны бинарные диаграммы соотношений элементов примесей в сульфидах и приведены числовые значения коэффициента корреляции, однако не показан уровень значимости этих значений.

В пятой главе представлены данные по изотопному датированию магматических пород U-Pb методом по циркону и $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ методом по серициту и фукситу. Для месторождений Акжал и Южные Ашалы получены значения изотопного возраста магматических пород, парагенетически связанных с золоторудной минерализацией, в интервале 294.4 – 309.0 млн лет. Данные Ar/Ar датирования показали интервал значений 272.6 – 298.0 млн лет. При этом установлено, что возраст кварцевых жил месторождения Акжал древнее возраста серицита и фуксита из метасоматитов месторождений Васильевское и Южные Ашалы. В то же время, в общих полседовательностях минералообразования (гл. 3) показано, что минерализованные зоны формируются на раннем этапе относительно кварцевожильного оруденения.

В шестой главе приведены результаты изотопных исследований сульфидной серы и углеродистого вещества. Получены интервалы значений $\delta^{34}\text{S}$ для сульфидов месторождений Южные Ашалы, Акжал, Васильевское, Южное, Балажал, на основе которых сделан вывод о наличии ранних сульфидов осадочного генезиса и магматогенном источнике сульфидов рудной ассоциации. Данные по изотопному составу углерода из углеродистого вещества вмещающих черных сланцев показали его осадочно-биогенную природу. Здесь следует отметить, что для получения более полной информации следовало бы привлечь и другие изотопные данные, например, по кислороду в кварце и по свинцу в сульфидных и силикатных минералах.

Седьмая глава посвящена обсуждению источников вещества и генезиса оруденения. В начале главы приведен краткий обзор литературных данных. В дальнейшем с использованием собственных материалов и данных предшественников автором сделан вывод о наличии двух источников – осадочного и магматического. Во втором разделе главы автором предложена структурно-вещественная модель истории развития месторождений рассматриваемого Акжал-Боко-Ашалинского рудного района, основанная как на собственных данных, так и на результатах предшествующих работ. Согласно предложенной модели, история развития рудного района имеет достаточно сложный характер. Выделено шесть этапов формирования золотого оруденения – седиментогенный, метаморфогенный,

вулканогенный, плутоногенный, и два гидротермальных. Опять же сделан вывод о более раннем формировании минерализованных зон и относительно позднем – кварцевых жил, что противоречит данным $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ изотопного датирования.

На основе проведенных исследований автором выдвинуто три защищаемых положения:

Первое защищаемое положение. В Акжал-Боко-Ашалинском золоторудном районе (Восточный Казахстан) выделяется два этапа рудообразования: золото-сульфидный (минерализованные зоны) – метаморфогенно-гидротермальный и золото-сульфидно-кварцевый (кварцевые жилы) – магматогенно-гидротермальный.

Второе защищаемое положение. На месторождении Южные Ашалы, последовательные генерации осадочно-диагенетического (Ру-I), метаморфогенного (Ру-II, Ару-I) и гидротермального (Ру-III, Ару-II) пирита и арсенопирита различаются содержанием микроэлементов и характером микровключений. В осадочно-диагенетическом пирите накапливаются Au, As, Ag, Mo, Pb, Cu, Sb, Cr, Co. В метаморфогенном пирите от ядер к периферии увеличиваются концентрации As и Sb, при этом центр обогащен минеральными микровключениями (золота, халькопирита и блеклых руд), что связано с перераспределением элементов. В гидротермальном пирите повышенены концентрации Ni и присутствуют микровключения хромита и сульфоарсенидов Fe-Ni-Co.

Третье защищаемое положение: В Акжал-Боко-Ашалинском золоторудном районе золото-сульфидное оруденение сформировано на стадии орогенеза (до 315 млн лет), возраст золото-сульфидно-кварцевого оруденения оценивается в интервале 303 – 280 млн лет и близок времени гранитоидного и базитового магматизма – 309-292 млн лет.

Первое защищаемое положение обосновывается результатами, приведенными преимущественно в третьей главе. Обоснование второго защищаемого положения раскрыто в четвертой главе. Третье защищаемое положение обосновано в пятой главе диссертации.

В целом следует отметить, что в рассмотренной диссертационной работе приведены новые данные по минералогии, геохимии и изотопному возрасту руд золоторудных месторождений Акжал-Боко-Ашалинского золоторудного района в Восточном Казахстане, предложена концептуальная модель формирования золотого оруденения. Достоверность полученных автором результатов обусловлена большим объемом фактического материала, применением современных методов минералого-геохимических, аналитических и изотопно-геохронологических исследований. Имеющиеся замечания к диссертационной работе не являются критическими и должны быть учтены автором при дальнейших исследованиях.

Основные положения работы опубликованы в двенадцати публикациях, в том числе в трех статьях в рецензируемых журналах, рекомендуемых ВАК России и

цитируемых в ведущих базах данных научных публикаций (РИНЦ, Web of Science, Scopus). Результаты работ докладывались и обсуждались на международных и российских научных конференциях.

Таким образом, в диссертации решена научная задача по выявлению минералого-geoхимических особенностей и генезиса золоторудных месторождений исследуемого рудного района, что вносит вклад в развитие соответствующей отрасли знаний – геологии рудных месторождений. Диссертация содержит научную новизну и имеет практическую значимость, защищаемые положения обоснованы представленным в работе материалом. Автореферат соответствует тексту диссертации.

Рассматриваемая диссертационная работа представляет собой законченное научное исследование и отвечает критериям, указанным в пунктах 9 – 14 «Положения о присуждении ученых степеней» от 24.09.2013 г. №842.

Автор диссертационной работы, Греку Евгений Дмитриевич, заслуживает присвоения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук, по специальности 1.6.10 – Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения.

Отзыв на диссертацию Е. Д. Греку заслушан и одобрен на заседании Ученого совета ФГБУ «ЦНИГРИ» протокол от 01 декабря 2025 г. №1 и принят в качестве официального отзыва ведущей организации.

Дамдинов Булат Батуевич,

доктор геолого-минералогических наук по специальности 1.6.10 – геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения,

заместитель генерального директора,

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

117545, г. Москва, Варшавское шоссе, дом 129, корпус 1

Телефон: +7(495)315-43-65 (доб. 130)

E-mail: damdinov@tsnigri.ru

Я, Дамдинов Булат Батуевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

«02» декабря 2025 г.

Дамдинов Б. Б.

