

УДК 552.322+553.411.071

## МАЛЫЕ ИНТРУЗИИ БЕРИКУЛЬСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (КУЗНЕЦКИЙ АЛАТАУ)

И.В. Кучеренко

Томский политехнический университет

E-mail: lev@tpu.ru

*Подчеркивается петрологическое и металлогеническое значение исследований малых интрузий в мезотермальных золоторудных полях. В очередном объекте – Бериккульском рудном поле доказывается образование на послеплутоническом предрудном этапе ассоциации даек кислых пород, которое сменилось многоактным формированием ассоциации дорудных, внутри- и позднерудных долеритов.*

### Введение

Достоверная информация, раскрывающая соотношения руд с магматическими породами, представляет необходимую фактическую основу реконструкции геологических процессов, создающих мезотермальные золотые месторождения.

Данные такого рода свидетельствуют об обычной пространственно-возрастной близости месторождений с массивами гранитоидов и это, с привлечением геохимических, экспериментальных данных, рассматривается как признак генетических связей рудообразования с кислым магматизмом. На сменяющий гранитообразование базальтоидный магматизм, формирующий известные в золотых месторождениях так называемые дайки второго этапа, обращает внимание большей частью постольку, поскольку они косвенно подчеркивают участие в гранитообразовании глубинных процессов. Некоторые геологи считают обычным явлением возрастную неупорядоченность сопровождающих гранитные плутоны гипабиссальных пород кислого и основного состава, объясняя ее одновременным функционированием заполненных магмами разного состава разноглубинных магматических очагов, но подчеркивая рудообразующую способность кислых магм [1–3 и др.].

В приложении к активизированным допалеозойским складчатым сооружениям южной Сибири последний вывод не согласуется с концепцией образования здесь мезотермальных золотых месторождений [4–6].

Согласно этой концепции рудообразование связано с поздним базальтоидным этапом формирования антидромных многофазных флюидно-магматических комплексов, ранние, близкие по возрасту к поздним, составляющие которых представлены массивами и/или сериями даек кислых пород, или зрелыми очагово-купольными гнейсо-мигматит-гранитными постройками, связанными, в свою очередь, с поздними базальтоидами единством петрогенетического процесса, инициированного возбуждением мантии (плюмами, горячими точками). На позднем этапе многоактное внедрение основных расплавов чередуется с порционным поступлением из мантийных очагов рудоносных растворов. Концепция доказывается повторяемостью в рудных полях приведенной схемы магмо- рудообразования, в

частности, существованием послегранитных дорудных (предрудных), внутри- и послерудных (позднерудных) даек долеритов, их стабильным химическим составом, исключающим смешение базальтовых расплавов с магмами иного состава, петрохимической унаследованностью околорудным метасоматизмом метасоматических преобразований даек-тепловых флюидопроводников, изотопно-геохимическими данными и другими фактами, изложенными в [4, 6].

Петрологические и металлогенические следствия концепции составили основу комплекса прогнозно-поисковых критериев золотого оруденения в приложении к упомянутым районам [7].

Задачу дальнейших исследований автор видит в том, чтобы оценить возможность приложения концепции к другим золоторудным районам разного возраста и геологического развития. В этой связи интерес, в частности, представляют золотые месторождения, образованные в салаиро-каледонских структурах Алтае-Саянской области, непосредственно примыкающих с юга к допалеозойским сооружениям обрамления Сибирской платформы.

В плане частичного решения этой задачи изучались связи с магматизмом процесса образования мезотермального Бериккульского месторождения в Кузнецком Алатау – крупного объекта, хорошо вскрытого эксплуатационными работами и доступного в недавнем прошлом для исследований до глубин около 600 м от поверхности. Фактические материалы получены при детальном картировании большинства подземных горизонтов во всем объеме месторождения в последние годы его эксплуатации. Разным аспектам образования месторождения посвящен ряд публикаций автора [8–11 и др.] и других геологов.

Результаты исследования будут приведены в объединенных единством поставленной задачи статьях. В настоящей статье даны геологическая позиция, возраст золотого оруденения северной части Кузнецкого Алатау, условия залегания и пространственно-временные соотношения гипабиссальных пород Бериккульского рудного поля между собой и с рудами. В последующих статьях будут рассмотрены минералого-петрохимические черты кислых и основных гипабиссальных пород, обсуждены результаты и приведены выводы.

### 1. Геологическая позиция и возраст золотых месторождений северной части Кузнецкого Алатау (Мартайгинской тайги)

Мартайгинский габбро-диорит-гранодиоритовый комплекс и ассоциированные с ним золото-сульфидно-кварцево-жильные мезотермальные месторождения северной части Кузнецкого Алатау образованы среди раннепалеозойских аккреционных и коллизионных геодинамических комплексов Саяно-Тувинской тектонической мегазоны до начала формирования ( $D_1$ ) в Алтае-Саянской области активно-окраинного геодинамического комплекса [12]. Согласно [13], гранитоидные массивы Мартайгинского комплекса формировались в позднюю стадию коллизии (O-S). В коллизионном режиме висячем крыле (обрамлении) Кузнецко-Алатаусского глубинного разлома образована Ударно-Комсомольская субмеридиональная золоторудная зона протяженностью 120 км и шириной до 40 км, включающая Центральное, Бериккульское и другие месторождения. Возраст главного этапа рудообразования укладывается в интервал 510...415 млн лет, причем в раннюю метаморфогенно-гидротермальную стадию (510...495 млн лет) сформирована прожилково-вкрапленная золотосульфидная минерализация, а плутоно-гидротермальные кварцево-жильные месторождения имеют возраст 495...415 млн лет [13]. В.Л. Хомичев с соавторами [1] на основе K-Ag определений по амфиболу, биотиту, полевоому шпату и U-Pb определений по циркону гранитоидов оценивает возраст Мартайгинского комплекса в  $490 \pm 25$  млн лет, а с учетом поправки на омоложение – в  $515 \pm 25$  млн лет. Близкие значения возраста Мартайгинского комплекса – 480...489 млн лет (K-Ag метод по биотиту и роговой обманке) приводит В.П. Бондаренко [14]. Сопоставим с этими данными возраст главнейших кварцево-жильных месторождений, определенный Rb-Sr методом по околорудным березитам и жильному выполнению, который укладывается в интервал 472...433 млн лет [15]. K-Ag определение возраста метасоматического мусковита из околорудного березита Бериккульского месторождения, выполненное по отобранной автором пробе в лаборатории абсолютного возраста СНИИГГиМС под руководством д-ра Н.Н. Амшинского (г. Новосибирск), показало 474 млн лет.

Таким образом, возраст Мартайгинского комплекса и сопровождающих его золотых месторождений, включая Бериккульское, соответствует ордовику, и они образованы в салаиро-раннекаледонскую минерагеническую эпоху. Вероятно, среднекембрийский возраст комплекса, обозначенный в [16], следует считать завышенным.

### 2. Малые интрузии в структуре Бериккульского рудного поля

Бериккульское рудное поле залегает в юго-западном крыле синклинали складки салаирского воз-

раста, сложенном белыми неслоистыми известняками белокаменной ( $E_1$ ) и покровными средне-основными вулканитами бериккульской ( $E_2$ ) свит (рис. 1). В северо-восточной части месторождения андезибазальтовые и базальтовые порфириды вулканогенной толщи постепенно, на расстояниях до десятков метров, сменяются средне-основными породами магматического облика – габбро, норитами, габбро-норитами, габбро-диоритами, диоритами и другими, занимающими западную периферию Дудетского гранитоидного плутона Мартайгинского комплекса. Небольшой шток средне-основных пород, но с резкими контактами, вскрыт кварцитами в юго-восточной части месторождения. Пестрота петрографического состава средне-основных пород с постепенными переходами от вулканитов к габброидам и диоритам и с реликтовыми порфиристыми структурами в переходных разностях служат признаками габброизации и диоритизации вулканитов с частичным плавлением субстрата и местными инъекциями расплава.

Вследствие встречного падения контактов известняков и тела габброидов рудовмещающая вулканогенная толща уменьшается в мощности с глубиной. В ее строении принимают участие афанитовые

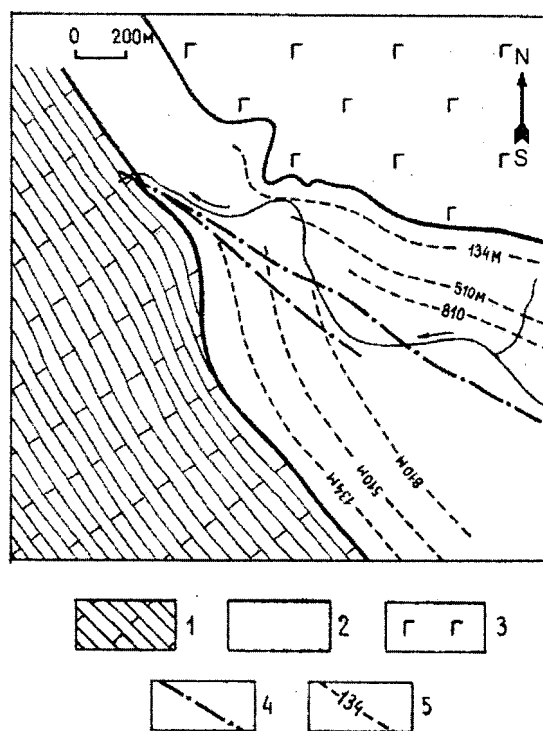


Рис. 1. Схема геологического строения Бериккульского рудного поля.

1) мраморизованные известняки белокаменной свиты ( $E_1$ ); 2) андезиты, базальты бериккульской свиты ( $E_2$ ); 3) габбро, нориты, габбро-диориты, диориты и другие породы среднеосновного состава на западной периферии Дудетского плутона Мартайгинского гранитоидного комплекса (O-S); 4) Главное нарушение; 5) изогипсы поверхностей контактов известняков и габброидов с отметками глубин шахтных горизонтов

андезибазальты и базальты, залегающие преобладающе в низах разреза, базальтовые порфириды, туфы и вулканические брекчии с обломками известняков в форме редких согласных северо-западному простиранию толщи пластов и линз. Этому же направлению следует флюиальность пород и ориентировка уплощенных обломков известняков.

Вулканические породы подверглись ороговикованию на уровне биотитовой фации с усилением степени биотитизации вблизи тел габброидов, а вулканыты и габброиды – слабому более позднему скарнированию в мелких гнездово-жилых формах.

Субпараллельные сближенные (до 30...50 м) сульфидно-карбонатно-кварцевые жилы северо-западного под умеренными (30...60°) углами падения, с раздувами (до 2 м) и пережимами, залегают в вулканической толще, выполняют плавно изменяющие ориентировку трещины скола, выклиниваются вблизи контакта известняков и в зоне перехода от вулкаников к габброидам [11]. Кроме этих крутопадающих жил в верхах центральной части месторождения известна пологая субширотного простирания (в среднем  $90^\circ \angle 16^\circ \text{Ю}$ ) кварцевая жила № 4, в сочленении которой с известняками образованы лентовидные золотоносные колчеданные залежи. Редкие поздние карбонатные с никель-кобальтовой минерализацией жилы содержат завершающий рудообразование минеральный комплекс [9]. Все жилы с незначительным смещением пересекаются субвертикальными северо-западного простирания дорудными и послерудными поперечными нарушениями, включая Главное.

Кварцевые жилы сопровождаются маломощными, до десятков см, оторочками березитов в обрамлении ореолов изменений пропилютового профиля, охвативших всю рудовмещающую толщу [10].

Малые интрузии рудного поля включают две ассоциации, – ранних кислых и поздних основных пород, более или менее равномерно распределенных во всем вскрытом объеме рудовмещающего блока вулкаников, а также известных в габброидах и гранодиоритах Дудетского плутона.

Аплитовидные и пегматоидные граниты и лейкограниты ранней ассоциации залегают в форме даек мощностью до 1,5 м и прослеженной протяженностью до многих десятков метров. Редко тела имеют гнездовую форму со сложными интрузивными контактами и размерами не более нескольких десятков сантиметров в поперечнике. Обычны обломки ороговикованных вулкаников. Дайки выполняют трещины отрыва и их контактовые поверхности под тупыми углами меняют ориентировку, но субпараллельны в противоположных боках на прямолинейных участках, так что впадине в одном боку соответствует выступ в другом. Большинство изученных даек, в том числе наиболее мощных, падает на запад-северо-запад (рис. 2) со статистическим максимумом аз. падения  $296^\circ \angle 56^\circ$ . Преобладающе однообразная ориентировка даек оценивается как признак тектонического происхождения выполняемых

ими трещин при подчиненном значении магморазрыва [11]. Обнаружено две генерации кислых пород, причем пересекающие ранние дайки поздние сложены более лейкократовой породой.

Кислые магматические породы не ороговикованы и не скарнированы. Известны примеры того, что дайки кислых пород обрывают жилы и прожилки скарнов. Вместе с тем, при сравнительно высокой степени насыщенности рудовмещающего блока телами гранитов и долеритов только последние с зонами закалки в эндоконтактах пересекают первые; обратных соотношений не выявлено. Один из примеров приведен на рис. 3.

В составе поздней ассоциации основных гипабиссальных пород участвуют многочисленные дайки не менее 5 генераций, также выполняющие подобные описанным трещины отрыва. Мощность их достигает 2,5 м, протяженность, кроме даек I генерации, не установлена.

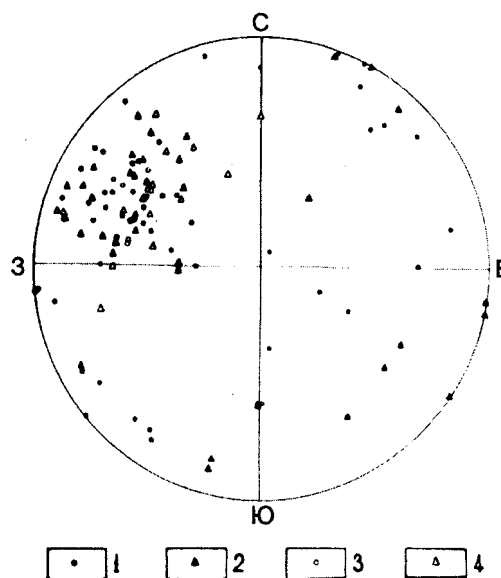
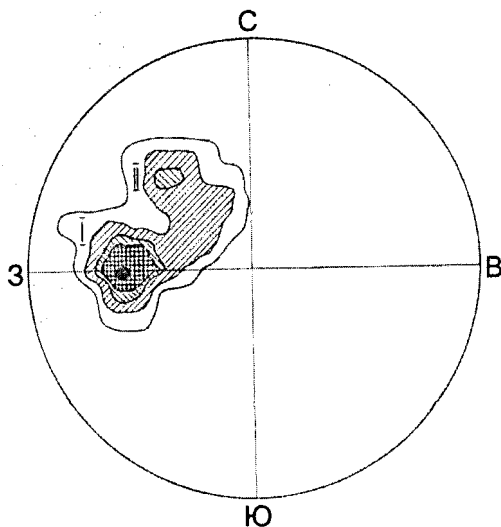


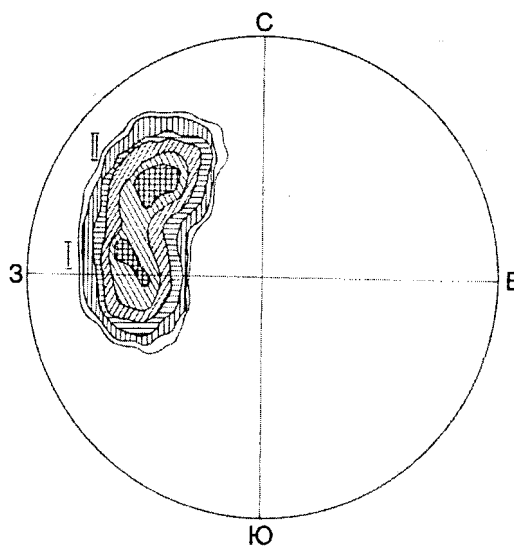
Рис. 2. Диаграмма ориентировки дорудных даек кислых пород. Мощность даек: 1) до 0,25 м; 2) 0,26...0,5 м; 3) 0,51...1,0 м; 4) более 1,0 м



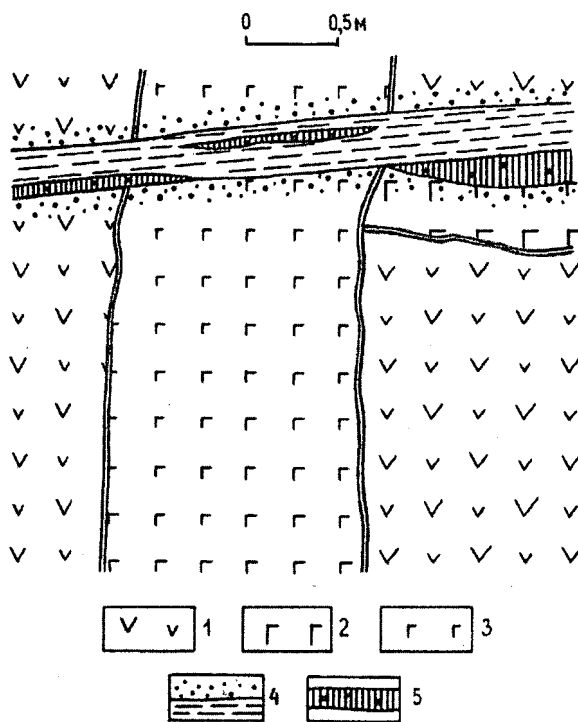
Рис. 3. Пересечение дайки аплитовидного гранита (а) дайкой долерита (d) с зонами закалки. Гор. 134 м, кварцлаг № 75



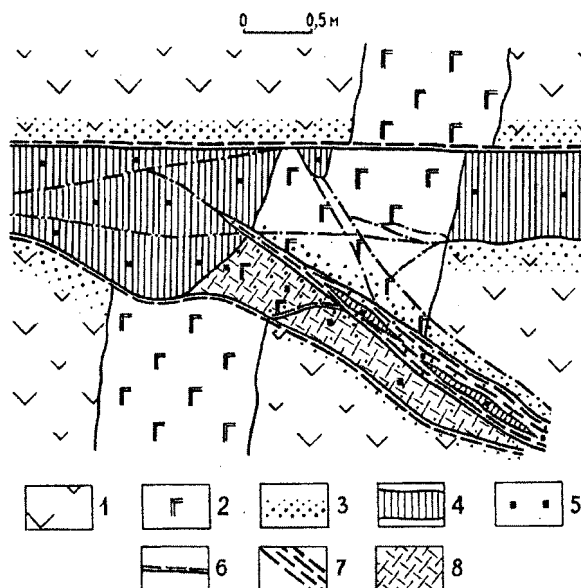
**Рис. 4.** Диаграмма ориентировки дорудных даек долеритов на глубоких (450, 510 м) горизонтах рудного поля, сопровождаемых золоторудными кварцевыми жилами. 29 даек. <1...5...10...15...25 < %



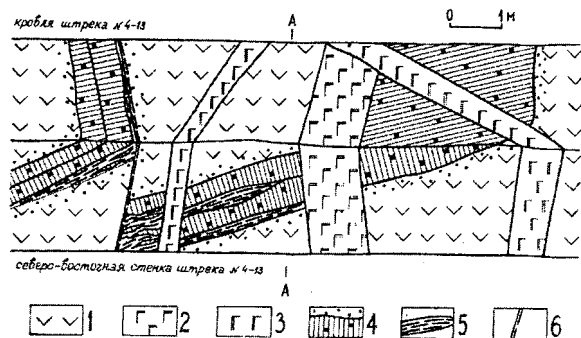
**Рис. 5.** Диаграмма ориентировки крутопадающих кварцевых золоторудных жил на глубоких (450, 510 м) горизонтах. 1175 замеров. <0,5...1...2,5...5...10...15 < %



**Рис. 6.** Две генерации дорудных даек долеритов. Ранняя дайка сопровождается золоторудной кварцевой жилой № 56, поздняя – пересекает раннюю дайку с зонами закалки, но рассекается жильной зоной с прожилково-вкрапленной продуктивной минерализацией. Обе дайки в контактах с жилой и зоной содержат оторочки березитов. Гор. 450 м.  
1) базальтовый порфирит бериккульской свиты; 2) ранняя дайка долерита с зоной закалки; 3) поздняя дайка долерита с зоной закалки; 4) рудовмещающая зона расланцевания пород с оторочками березитов (структура № 56); 5) кварцевые жилы и прожилки с сульфидами и золотом



**Рис. 7.** Внутрирудная дайка долерита с зонами закалки пересекает мощную золоторудную кварцевую жилу Икс, но рассекается поздней апофизой рудовмещающей структуры и в контакте с ней березитизирована. Гор. 51 м, около маркш. точки № 321.  
1) базальтовый порфирит бериккульской свиты; 2) дайка долерита; 3) оторочки березитов; 4) кварцевые жилы и прожилки; 5) сульфиды с золотом; 6) тектонические швы; 7) расланцованные породы; 8) дробленые породы



**Рис. 8.** Две генерации послерудных даек долеритов, пересекающих золоторудную жилу № 4 и сопровождаемых в эндоконтактах зонами закалки. Гор. 226 м.  
1) базальт бериккульской свиты; 2) ранняя послерудная (позднерудная?) дайка долерита; 3) поздняя послерудная (позднерудная?) дайка долерита; 4) кварцевые жилы с сульфидами, золотом и оторочками березитов; 5) рассланцованные породы; 6) тектонические швы с глиной трения. А-А – линия поворота штрека на 90°

Дайки долеритов I генерации, как и некоторые протяженные дайки гранитов, сопровождаются золоторудными кварцевыми жилами, что можно видеть на диаграммах их ориентировки (рис. 2, 4, 5). Такие дайки вскрыты рудными штреками на протяжении двух-трех сотен метров, а кварцевые жилы, выполняющие разломы сколового типа, в местах резкого ("коленообразного") изменения ориентировки даек неоднократно перемещаются из одного их бока в другой, пересекая по диагонали. Долериты II генерации пересекают дайки I генерации, а зоны закалки в них свидетельствуют о том, что более поздняя порция основного расплава внедрилась тогда, когда ранние дайки были уже холодными (рис. 6). Долериты обеих генераций, равно как и тела гранитов, пересекаются рудными жилами и в контактах с последними оторочены березитами, чем доказываются их дорудный (предрудный) возраст.

О внедрении основных расплавов на этапе рудообразования можно судить по фактам пересечения дайками долеритов (III генерация) ранних минеральных комплексов кварцевых жил с признаками термического воздействия на кварц, выраженными в массовой разгерметизации в нем в контактах с дай-

ками вакуолей; прожилки с поздними минеральными комплексами пересекают такие дайки, а последние в контактах с прожилками гидротермально изменены (рис. 7).

Дайки послерудных (позднерудных) IV, V генераций пересекают одна другую и кварцевые жилы, содержащие наряду с ранними поздние минеральные комплексы, оторочены, в том числе в контактах с кварцем, зонами закалки афанитового строения (рис. 8). Обычное в таких ситуациях термическое воздействие расплавов на кварц доказывается массовой разгерметизацией (взрыванием) газо-жидких включений в последнем, постепенно исчезающей с удалением от даек. В контактах с жилами долериты не несут признаков березитизации и слабее, в сравнении с предрудными и внутрирудными долеритами, гидротермально изменены.

#### Заключение

Приведенные факты составляют основу реконструкции геологических событий в период после становления массивов изверженных пород Мартайгинского комплекса и до завершения процессов рудообразования с сопровождающим их основным магматизмом.

Раннее ороговикование рудовмещающей толщи вулканитов связано с габброизацией и диоритизацией вулканогенных пород, поскольку интенсивность его усиливается по мере приближения к телам средне-основного состава. Последующее скарирование вулканитов сменилось, возможно, сопровождалось по меньшей мере двухкратным внедрением кислых расплавов, источником которых служили, вероятно, остаточные очаги гранитоидной магмы мартайгинского времени. В дальнейшем активизация мантийных очагов инициировала импульсное внедрение в блок рудообразования основных расплавов, которое чередовалось с поступлением рудоносных растворов и образованием руд. Завершающие инъекции основных расплавов обусловили формирование поздних даек долеритов.

Поэтапное образование сначала кислых, затем основных гипабиссальных пород в Бериккульском рудном поле на предрудном и рудном этапах подтверждает схему магматизма, установленную в ряде других золоторудных месторождений и районов с иной историей геологического развития [4].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хомичев В.Л., Васильев Б.Д., Хомичева Е.С. Солгонский массив – эталон Мартайгинского комплекса на восточном склоне Кузнецкого Алатау. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 1993. – 169 с.
2. Хомичев В.Л., Алабин Л.В., Курмей А.Е. Центральный массив – эталон Мартайгинского гранитоидного комплекса (Кузнецкий Алатау). – Новосибирск: СНИИГГиМС, 1994. – 160 с.
3. Хомичев В.Л. Дайки второго этапа: факты, аргументы, петрогенетические следствия // Записки Всероссийского минералогич. об-ва. – 1995. – Ч. 124. – № 3. – С. 108–118.
4. Кучеренко И.В. Концепция мезотермального рудообразования в золоторудных районах складчатых сооружений Южной Сибири // Известия Томского политехнического университета. – 2001. – Т. 304. – Вып. 1. – С. 182–197.

5. Кучеренко И.В. Пространственно-временные и петрохимические критерии связи образования золотого оруденения с глубинным магматизмом // Известия АН СССР. Серия геологическая. – 1990. – № 10. – С. 78–91.
6. Кучеренко И.В. Магматогенная концепция гидротермального рудообразования в черносланцевых толщах // Руды и металлы. – 1993. – № 3–6. – С. 17–24.
7. Кучеренко И.В. Критерии прогноза золотого оруденения в активизированных структурах допалеозойской складчатости (южное обрамление древней платформы) // Металлогения и поиски полезных ископаемых: Матер. регион. конф. памяти акад. С.С. Смирнова. – Чита: ЗабНИИ, 1991. – С. 148–150.
8. Кучеренко И.В., Грибанов А.П. Взаимоотношения дайковых образований с золоторудными кварцевыми жилами в Берикунском рудном поле // Известия Томского политехнического института. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та, 1968. – Т. 134. – С. 153–158.
9. Кучеренко И.В. К анализу процесса минералообразования в Берикунском рудном поле (Кузнецкий Алатау) // Геология: Матер. конф., посвящ. 75-летию Томского политехнического института, г. Томск, май 1971 г. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та, 1973. – С. 100–101.
10. Кучеренко И.В. Околожилные гидротермальные изменения вмещающих пород Берикунского рудного поля (Кузнецкий Алатау) // Геология: Матер. конф., посвящ. 75-летию Томского политехнического института, г. Томск, май 1971 г. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та, 1973. – С. 104–105.
11. Кучеренко И.В. Структура Берикунского рудного поля (Кузнецкий Алатау) // Известия Томского политехнического института. – 1972. – Т. 201. – С. 79–82.
12. Гусев Г.С., Межеловский Н.В., Морозов А.Ф., Киреев А.С. Принципы и методы интегрального тектонического районирования территории России // Региональная геология и металлогения. – № 13–14. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2001. – С. 9–21.
13. Алабин Л.В. Крупная золоторудная зона Западной Сибири // Золото Сибири: Труды Второго Международного симпозиума, г. Красноярск, 4–6 дек. 2001 г. – Красноярск: КНИИГГиМС, 2001. – С. 67–68.
14. Бондаренко В.П. Федоровско-Талановское золоторудное месторождение и его перспективы (Кузнецкий Алатау) // Золото Сибири: Труды Второго Международного симпозиума, г. Красноярск, 4–6 дек. 2001 г. – Красноярск: КНИИГГиМС, 2001. – С. 171–172.
15. Трошин Ю.П., Гребенщикова В.И., Сандомирова Г.П. и др. Новые данные по рубидий-стронциевому возрасту золоторудных месторождений Кузнецкого Алатау // Доклады РАН. – 1999. – Т. 365. – № 1. – С. 108–111.
16. Схема корреляции магматических и метаморфических комплексов Западной части Алтае-Саянской складчатой области / Под ред. А.Ф. Морозова. – СПб.: КФ ВСЕГЕИ, 2000.

УДК 553.311

## РУДНО-МЕТАСОМАТИЧЕСКАЯ И ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ КАРАТАВСКОГО РУДОПРОЯВЛЕНИЯ ЗОЛОТА (ВОСТОЧНЫЙ САЯН)

В.Г. Ворошилов, Ю.С. Ананьев

Томский политехнический университет  
E-mail: lev@tpu.ru

*Изучены гидротермально-метасоматические образования и первичные геохимические ореолы Каратавского рудопроявления золота (Восточный Саян). Выявленная рудно-метасоматическая и геохимическая зональность позволила геометризовать рудонесные березитовые зоны и оценить масштабы золотого оруденения. Особенности состава и строения метасоматических образований свидетельствуют о неблагоприятной для оруденения тектонической обстановке в период рудоотложения.*

Каратавское рудопроявление золота относится к Ольховско-Чибихекскому золоторудному району, расположенному в пределах Кизир-Казырской структурно-формационной зоны (СФЗ) Восточного Саяна, которая на северо-востоке имеет тектонический контакт с байкалидами Дербинской СФЗ, на западе ограничивается Минусинским межгорным

прогибом девонского возраста, а на юго-западе, через Кандатский глубинный разлом граничит со структурами Западного Саяна.

В соответствии с представлениями сторонников плитной тектоники, Кизир-Казырская СФЗ рассматривается, в основном, как островодужная. Заложение островной дуги произошло в венд-нижне-