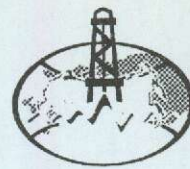


РУДЫ И МЕТАЛЛЫ



ЦНИГРИ МПР России

Главный редактор
И.Ф. Мигачёв



1/2002

ISSN 0869-5997



ЦНИГРИ

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ ИНСТИТУТ
ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

Способ переработки упорных золотосодержащих руд и концентратов с применением энергетического воздействия на структурные и технологические свойства золотосодержащего сырья

Низкие показатели извлечения золота из упорных золотосодержащих руд обусловлены его тонкой вкрапленностью в сульфидные минералы и минералы породообразующего комплекса. Для увеличения показателей извлечения необходимо вскрытие сульфидов с целью высвобождения частиц золота. Работами ЦНИГРИ и ИПКОН установлено, что предварительные энергетические волновые и электромагнитные воздействия вызывают изменения структурных и технологических свойств минерального сырья и позволяют увеличить извлечение золота из упорных золотосодержащих руд. Предварительное энергетическое воздействие заключается в обработке материала мощными электромагнитными импульсами с амплитудой напряженности электрической компоненты поля большей электрической прочности материала и длительностью фронта импульса, меньшей времени формирования искрового разряда в воздушном зазоре, равном толщине обрабатываемого слоя материала.

Патент на изобретение № 2139142 по заявке №99106735 от 12.04.99

Основные технические данные:

длительность фронта импульса - 5 - 10 нс;
амплитуда импульса - 150 кВ;
частота повторения импульса - 50 гц;

амплитуда напряженности электрической компоненты электромагнитного поля 15 - 50 МВ/м

Основные технико-экономические показатели:

- предварительная электромагнитная обработка золотосодержащих руд позволяет повысить извлечение золота на 8-10%;

- воздействие мощными электромагнитными импульсами на труднообогатимый золотосодержащий концентрат увеличивает извлечение золота при последующем цианировании на 20-30%.

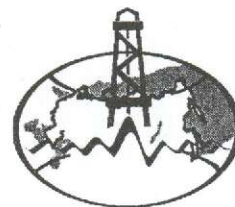
- предварительная импульсная электромагнитная обработка золотокварцевой руды сокращает продолжительность измельчения материала на 30%.

Разработка предназначена для использования геологическими организациями, горнодобывающими предприятиями, научно-исследовательскими институтами и аналитическими центрами, выполняющими работы по технологической оценке упорного золотосодержащего сырья, а также предприятиями осуществляющими разработку месторождений.

Адрес: 113545, г. Москва, Варшавское шоссе, 129«Б», ЦНИГРИ
Телефон: (095) 313-18-18, 315-43-47
Факс: (095) 313-18-18
E-mail: tsnigri@pol.ru

© Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов, 2002

РУДЫ И МЕТАЛЛЫ



1/2002

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД

ОСНОВАН В 1992 ГОДУ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор И.Ф. МИГАЧЕВ

Б.И. БЕНЕВОЛЬСКИЙ
Э.К. БУРЕНКОВ
В.И. ВАГАНОВ
С.С. ВАРТАНЯН
В.И. ВОРОБЬЕВ
П.А. ИГНАТОВ
М.М. КОНСТАНТИНОВ
А.И. КРИВЦОВ, зам. главного редактора
Н.К. КУРБАНОВ
Г.А. МАШКОВЦЕВ
В.М. МИНАКОВ
Н.И. НАЗАРОВА, зам. главного редактора
Г.В. ОСТРОУМОВ
В.М. ПИТЕРСКИЙ
В.И. ПЯТНИЦКИЙ
Г.В. РУЧКИН
Ю.Г. САФОНОВ
Г.В. СЕДЕЛЬНИКОВА
В.И. СТАРОСТИН
И.А. ЧИЖОВА



УЧРЕДИТЕЛЬ

**ЦЕНТРАЛЬНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ ИНСТИТУТ
ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ
(ЦНИГРИ)**

Издается при участии
Международной академии минеральных ресурсов,
Фонда им. академика В.И.Смирнова

Москва ЦНИГРИ 2002

Редакция: Н.И. Назарова, Г.В. Вавилова
Компьютерный набор, верстка и оригинал-макет: В.К. Комарова, Н.П. Кудрявцева

Сдано в набор 20.01.2002 г.
Подписано в печать 05.02.2002 г.
Тираж 430 экз.

Формат 185×270 1/8
Бумага офсетная № 1
Печать офсетная

Адрес редакции: 113545 Москва, Варшавское шоссе, 129«Б», ЦНИГРИ
Телефон: 315-28-47
Типография ЦНИГРИ: Варшавское шоссе, 129«Б»

© «Руды и металлы», 2002

**Прикладная металлогения и
недропользование**

- Зайченко В.Ю.*
Оценка интеллектуальной собственности в сфере геологического изучения недр 5
- Конкин В.Д., Ручкин Г.В.*
Ряды рудных формаций терригенно-сланцевых складчатых поясов 15
- Константинов М.М.*
Стратиграфический контроль месторождений золота и серебра в Верхоянской металлогенической провинции 20

**Applied Metallogeny and
the Subsurface Use**

- Zaichenko V.Yu.*
Evaluation of intellectual property in the sphere of geological study of the subsurface 5
- Konkin V.D., Ruchkin G.V.*
Series of ore formations of terrigenous shale folded belts 15
- Konstantinov M.M.*
Stratigraphic control of gold and silver deposits in the Verkhoyansk metallogenic province 20

Строение рудных месторождений

- Чекалин В.М.*
Геолого-генетические особенности Рубцовского месторождения полиметаллических руд на Рудном Алтае 23
- Конева Р.И., Гертман Ю.Л., Игнатиков Е.Н.*
Минералого-геохимические особенности Кызылалмасайского золоторудного поля 31
- Юшманов Ю.П.*
Рудовмещающие структуры Au-Ag рудопроявления Минеральное в Восточном Сихотэ-Алине 43

Structure of Ore Deposits

- Chekalin V.M.*
Geologic-genetic peculiarities of the Rubtsovskoe base metal deposit in Rudny Altai 23
- Koneev R.I., Gertman Yu.L., Ignatikov E.N.*
Mineralogical-geochemical peculiarities of the Kyzylalmasai gold field 31
- Yushmanov Yu.P.*
Host structures of the Mineral'noe Au-Ag occurrence in Eastern Sikhote-Alin' 43

**Аппаратурно-технические
средства и технологии
геологоразведочных работ**

- Трофимов Н.Н., Голубев А.И., Филиппов Н.Б., Петров С.В.*
Результаты технологических исследований золото-платиноидных титаномagnetитовых руд Пудожгорского месторождения Карелии 47
- Воробьев А.Е., Щелкин А.А., Чекушина Т.В.*
Переработка марганцевых руд отходами сернокислотного производства 56
- Кузнецов В.В., Иваненкова Е.В., Конкина А.В.*
Информационно-аналитическая компьютерная система (ИАКС) обеспечения мониторинга МСБ АБЦМ 59

**Equipment and Technologies
for Geological Prospecting**

- Trofimov N.N., Golubev A.I., Filippov N.B., Petrov S.V.*
Results of metallurgical tests of gold-PGE titanomagnetite ores from the Pudozhgorskoe deposit, Karelia 47
- Vorobiev A.E., Schelkin A.A., Chekushina T.V.*
Processing of manganese ores by wastes of sulphuric acid production 56
- Kuznetsov V.V., Ivanenkova E.V., Konkina A.V.*
Analytical information computer system (AICS) for monitoring the mineral base of diamonds, precious and non-ferrous metals 59

Дискуссии**Discussions**

Нарсеев В.А.
К дискуссии о генезисе руд карлинского типа.
Суздаль-тренд (Юго-Западный Алтай) 67

Narseev V.A.
To a discussion on the genesis of Carlin-style ores.
Suzdal'-trend (Southwest Altai)

Мундузова М.А.
Золотоносность среднепалеозойских карбонатных
пород центрального блока Алмалыкского рудного
поля 71

Munduzova M.A.
Gold potential of Middle Paleozoic carbonate rocks
within the central block of the Almalyk ore field

Памятные даты**Memorable dates**

Памяти Веры Ивановны Седовой 75

Memory of Vera Ivanovna Sedova

Поздравляем с юбилеем**Congratulations**

С.В.Яблокову, Т.М.Коновалову, А.Г.Волчкова 76

S.V.Yablokova, T.M.Konovalova, A.G.Volchkov

Памяти В.А.Фаворова 78

Memory of V.A.Favorov



ОЦЕНКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ В СФЕРЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ НЕДР

В.Ю.Зайченко (ВНИИгеосистем)

Впервые рассмотрены проблемные вопросы экономической, социальной, политической и геополитической оценки объектов интеллектуальной собственности, создаваемых в сфере изучения и использования недр.

Оценка интеллектуальной собственности в условиях рыночной экономики имеет решающее значение при обороте этого своеобразного вида собственности, что требует строгого подхода к изучению значимости вещей, предметов и явлений в современном мире. Согласно энциклопедическому определению, термин «оценка» — это «отношение к социальным явлениям человеческой деятельности, поведению, установлению их значимости соответствующим определенным нормам и принципам морали» [11].

Интеллектуальная деятельность и ее результаты относятся к социальному явлению, во многом определяющему политические, социально-экономические, психологические, моральные и другие условия жизни общества, отдельных ее членов, а подчас и мира в целом. Институт интеллектуальной собственности феноменален в ряду других видов собственности и требует особого подхода к оценке его объектов в связи с разнообразием их значимости и влияния на различные стороны жизни общества. Включение знаний, технологических достижений и информационных ресурсов в экономические процессы определяет возрастание роли института интеллектуальной собственности в индустриально развитых и постиндустриальных странах. Общая тенденция мирового развития такова, что усиление влияния факторов новых знаний, информационных ресурсов и технологий на экономическое развитие вызывает нарушение обычных представлений об институте собственности. На первый план по значимости выдвигается интеллектуальная собственность, которая приобретает общественно-социальное значение.

В сфере геологического изучения недр чрезвычайно развита интеллектуальная деятельность, результаты которой во многом определяют социально-экономические и политические условия развития страны. Оценка значимости и использования этих результатов

имеет большое значение, так как она во многом определяет внимание общества и государства, объемы финансирования геологической науки и геологоразведочного производства, а также уровень развития интеллектуальной деятельности в этой области.

Вопрос оценки интеллектуальной собственности достаточно сложен, в связи с чем в научной среде существуют прямо противоположные точки зрения — от полного отрицания возможности оценки новых знаний и информационных ресурсов до утверждения возможности таковой применительно к конкретным объектам интеллектуальной собственности, используемым в инновационном процессе [4, 8—10]. Несмотря на полемику в научных кругах по вопросам оценки интеллектуальной собственности, развитие рыночных отношений способствует вовлечению в хозяйственный оборот результатов интеллектуальной деятельности, что вынуждает искать пути практического решения вопросов правопреемственности этого вида собственности.

Необходимо отметить, что законодательная база Российской Федерации в области интеллектуальной деятельности, международный опыт решения правовых вопросов в этой сфере, а также отдельные научные разработки в нашей стране, учитывающие складывающиеся условия развития рынка и их влияние на инновационные процессы, позволяют рассматривать методологию оценки интеллектуальной собственности в сфере геологического изучения недр вполне предметно [1, 3—5, 7, 12].

Объекты и цели оценки. Объекты интеллектуальной собственности (ОИС) в сфере геологического изучения недр были детально рассмотрены ранее [2]. По юридическим признакам их можно разделить на группы.

Первая группа включает объекты, в отношении которых принято специальное законодательство Российской Федерации. Они подразделяются на: а) объекты, правовая защита

которых связана с регистрацией и последующим оформлением специальных охранных документов (изобретения, полезные модели, промышленные образцы, торговые знаки и т.д.); б) объекты, правовая охрана которых осуществляется по усмотрению автора (программы для ЭВМ, базы данных, топологии интегральных схем); в) объекты, правовая охрана которых возникает в силу самого факта их создания, при этом не требуются ни регистрация, ни какое-либо специальное оформление или соблюдение каких-либо формальностей (объекты авторского права и смежных прав).

Вторую группу объектов составляют те, в отношении которых имеются определенные законодательные предписания, ограниченные, правда, самыми общими понятиями и определениями. Так, правовое регулирование секретов производства (ноу-хау) содержится в статье 139 Гражданского кодекса Российской Федерации [1], что позволяет в общем виде сформулировать условия, при соблюдении которых осуществляется их правовая охрана. Они закрепляются документами предприятия, на котором созданы такого рода объекты.

К третьей группе принадлежат объекты, в отношении которых заключены определенные договоры — авторские, лицензии, на приобретение прав на объекты интеллектуальной деятельности, заключенные в порядке, установленном законодательством Российской Федерации.

И, наконец, к четвертой группе объектов относятся результаты творческой деятельности, правовой режим которых еще не определен, хотя их обозначения фигурируют в законодательных актах. Так, статьи 4—6 Патентного закона РФ не признают правоохранными (патентоспособными) объектами: научные теории и математические методы, методы организации и управления хозяйством; методы выполнения умственных операций и т.д. Однако некоторые из них являются объектами авторского права и подпадают под действие Закона «Об авторском праве и смежных правах». Это касается научно-литературных произведений и произведений в сфере научно-технической информации, в которых могут быть изложены и воплощены научные теории и методы, технические и технологические разработки, не охраняемые патентным правом. То же можно сказать о новых открытиях и гипотезах. В пункте 4 статьи 6 упомянутого закона говорится, что «авторское право не распространяется на идеи, методы, процессы, системы, способы, концепции, принципы, открытия, факты», однако данный перечень следует понимать в том смысле, что названные результаты творческого труда не являются объектами

авторского права как таковые, вне произведений, где они изложены или воплощены. Кроме того, эти результаты могут быть включены в состав объектов предприятия, охраняемых в режиме «ноу-хау», т.е. как коммерческая тайна.

Изложенный правовой режим инноваций как бы завершает процесс фиксации наличия объектов интеллектуальной собственности, которые могут быть вовлечены в хозяйственный оборот в условиях рыночной экономики. Однако процесс фиксации — лишь начальный этап оценки, который выявляет только предмет определения значимости, т.е. устанавливает отношения объектов интеллектуальной собственности к социальным явлениям человеческой деятельности. Исходя из этого необходимо, прежде всего, осуществлять оценку их значения для экономики, социальных и политических условий развития общества.

В общем виде оценку можно подразделить на стоимостную, социально-экономическую и политическую (геополитическую). *Стоимостная оценка* дает представление о денежном эквиваленте объектов на момент оценки или во временном диапазоне; *социально-экономическая* — о значимости влияния использования объектов интеллектуальной собственности на социальные условия развития общества или отдельных его членов, например такие, как занятость населения, благосостояние людей, научно-технический прогресс, экология, защита от опасных для жизнедеятельности населения явлений (землетрясения, цунами, оползни) и т.д.; *политическая* — о политическом значении созданных творческим трудом новых объектов, предметов или решений и их возможном влиянии на развитие общества, сообществ в мире или на государственное устройство, административные, юридические и экономические решения государства, которые могут быть приняты в связи с появлением новых результатов интеллектуальной деятельности (например альтернативные источники энергии, открытие крупных месторождений минерального сырья, технологии защиты населения от опасных геологических явлений и др.). Политические оценки подразделяются на имеющие внутригосударственное и межгосударственное — геополитическое — значение. В зависимости от уровней их влияния и оцениваются результаты интеллектуальной деятельности в той или иной сфере.

Необходимо отметить, что если методики стоимостной оценки различных видов собственности сравнительно хорошо разработаны, то социологические и тем более политические оценки нуждаются в научном обосновании, так как в настоящее время они носят больше субъек-

ективный характер. Требуется уточнения и вопрос о предмете оценки применительно к интеллектуальной собственности.

Известно, что права интеллектуальной собственности оборотоспособны, т.е., несмотря на их нематериальную природу, могут рассматриваться как объекты гражданского оборота. В то же время эти права применяются часто к материальным объектам, за исключением идей, гипотез, открытий и т.д., т.е. содержательной составляющей интеллектуальной собственности. Последние также могут быть объектами гражданского оборота. Спрашивается, что же является предметом оценки при наличии интеллектуальной собственности (ИС)? Прежде всего, это исключительные права на ИС, по отношению к которой могут совершаться различного рода сделки: купля-продажа, переуступка прав, дарение, завещание и т.д. Классическим примером подобных сделок служит выдача лицензий различного вида на результаты интеллектуальной деятельности, например на технологию поиска глубоководных месторождений углеводородного сырья, использование разработанной рецептуры буровых растворов при проходке зон АВПД, применение изобретения в новой конструкции бурового станка или геофизической аппаратуры и т.д. В каждом конкретном случае предметом оценки являются последствия передачи прав как стоимостные (возможность получения прибыли, ренты и т.д.), так и социально-экономические, характеризующие те или иные процессы — экологию, научно-технический прогресс, безопасность труда и др.

Более трудная задача — политическая оценка передачи прав на ИС, но исходя из сложившихся социально-экономических условий на период оценки или прогноза их развития в отдельно взятой стране или в мире такие оценки в целом вполне возможны.

В отдельных случаях предметом оценки может быть и материальный объект исключительных прав, например промышленный образец новой техники, в котором создатель использовал ряд изобретений, защищенных патентами. Это может произойти, если найдется покупатель, желающий эксплуатировать образец новой техники в имеющихся у него производственных условиях, не ожидая выпуска опытной партии на заводах-изготовителях. Передача и сопровождение промышленного образца в этом случае может быть оформлено согласно договору о купле-продаже, в котором будет указана его продажная цена. Стоимостная оценка при этом нужна для определения первоначальной (стартовой) стоимости изделия и проведения взаимовыгодных торгов.

Окончательная стоимость промышленного образца устанавливается в результате соглашения и указывается в договоре купли-продажи.

Оценка материального предмета исключительных прав производится и тогда, когда необходимо оценить нематериальные права при их передаче или уступке в установленном законодательством порядке. Например, как оценить нарушение авторских прав при использовании авторского произведения без разрешения автора? В этом случае подсчитывается материальная выгода нарушителя, которую он получил от использования произведения (например, от издания), а также оценивается сумма морального ущерба, нанесенного авторам (автору). Общая сумма упущенной материальной выгоды указывается в исковом заявлении.

Таким образом, предмет оценки интеллектуальной собственности — это, прежде всего, исключительные права создателей, которые отражают сущность этого вида собственности согласно Гражданскому кодексу Российской Федерации и являются объектами гражданских прав. В отдельных случаях предметом оценки могут быть материальные объекты этих прав (полезная модель, промышленный образец и т.д.). Это когда оценка необходима для определения ценности исключительных прав или эти объекты являются самостоятельным предметом купли-продажи и других сделок в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Оценка, как правило, осуществляется на основе количественных показателей, которые позволяют более полно определить значение использования объектов ИС в любой сфере деятельности общества — экономической, социальной или политической. Но для этого надо знать цели оценки, по которым вырабатываются методы для оценивания использования объектов ИС.

Исходя из целей оценки объекты интеллектуальной собственности могут быть сгруппированы следующим образом.

I группа — объекты, подлежащие бухгалтерскому учету в составе нематериальных активов предприятия. Таковы все виды объектов НИОКР, создаваемые по договорам с заказчиками. Последние принимают решение об отражении принадлежащей им по праву интеллектуальной собственности на балансе предприятия-разработчика с целью ввода этих объектов в хозяйственный оборот на взаимовыгодных для обеих сторон условиях, что указывается в контракте или договоре на выполнение НИОКР. Оценка с целью бухгалтерского учета производится и для тех объектов ИС, которые созданы за счет собственных средств

предприятия. Исключения составляют объекты, правовая охрана которых осуществляется за счет патентов или свидетельств, зарегистрированных на имя физических лиц. Объекты ИС этого типа на баланс предприятия, как правило, не ставятся.

II группа — объекты, подготовленные для реализации на рынке работ и услуг. К ним относятся, прежде всего, объекты, которые подтверждены документами предприятия (организации) — ноу-хау, незапатентованные изобретения, формулы, рецепты, составы, системы управления производством, маркетинг, управления качеством продукции, финансами, политикой капитальных вложений, объекты, охраняемые лицензионными, авторскими или иными договорами на приобретение прав на объекты ИС, а также средства индивидуализации — товарные знаки, знаки обслуживания, наименования фирменные и мест происхождения товаров. В эту группу, кроме объектов исключительных прав, по которым осуществляется оценка прав как нематериального предмета сделки, входят и полезные модели, промышленные образцы, служащие предметами купли-продажи на рынке в качестве материальных объектов.

Необходимо отметить, что методики оценки для целей бухгалтерского учета и сбыта на рынке существенно различаются между собой, что приводит к получению различной стоимости объектов ИС. В связи с этим объекты ИС, числящиеся на балансе предприятия в качестве нематериальных активов, при их представлении на рынок требуют новой оценки с учетом сложившейся конъюнктуры. Оценка стоимости объектов ИС, вошедших в состав нематериальных активов предприятия, производится только с учетом производственных затрат на их создание, что ничего общего с рыночной стоимостью не имеет.

III группа — объекты, представляющие интерес для бизнеса. К этой группе относятся объекты ИС, использование которых в экономических, финансовых, банковских и других интересах будет приносить доход как в ближайшей, так и в далекой перспективе. В нее могут входить любые объекты интеллектуальной собственности, которые уже имеют правовую защиту, и объекты, которые еще предстоит создать на стадии НИОКР. Отбор объектов этой группы осуществляется экспертным путем с помощью специалистов, имеющих достаточный опыт в бизнесе и разбирающихся в новейших достижениях научно-технического прогресса.

IV группа — объекты, использование которых может существенно влиять на социаль-

но-экономические условия жизни общества. К ней относятся объекты ИС как числящиеся в составе нематериальных активов предприятий, так и те, которые еще предстоит создать на стадии НИОКР. Основные критерии, характеризующие такие объекты ИС, — это показатели благосостояния и жизнеобеспеченности общества, которые могут измениться в результате использования результатов интеллектуальной деятельности — рост производительности труда и заработной платы, рост ВВП, сокращение числа безработных, рост доходов населения, сокращение травматизма, снижение инфляции, улучшение экологической обстановки и т.д. Выбор показателей оценки зависит от характеристики объектов ИС и условий их использования. Отбор объектов этой группы из общего числа объектов ИС осуществляют, как правило, социологи и экономисты, которые могут оценить их значимость для улучшения социально-экономических условий жизни общества.

V группа — объекты, использование которых может вызвать политические последствия или повлиять на геополитическую обстановку в мире. Выделение объектов ИС этой группы основывается на таких показателях, как стабильность политической обстановки в стране, улучшение управляемости народным хозяйством, инвестиционный климат, реализация прогрессивных реформ и т.д., а также на геополитических данных — стоимость нефти и газа в мире, изменение экспортно-импортных поставок, объемы зарубежных инвестиций, уровень использования инноваций, объемы зарубежных банковских кредитов, число совместных с зарубежными компаниями предприятий, состояние прогнозных ресурсов и разведанных запасов важнейших видов полезных ископаемых, обеспечивающих минерально-сырьевую независимость государств, и ряд других.

В сфере геологического изучения и использования недр создается достаточно много объектов ИС, использование которых имеет политическое и геополитическое значение. Поэтому выделение их в специальную группу, подлежащую оценке, вполне оправдано. Безусловно, распознавание таких объектов, тем более оценка их значимости в соответствии с принципами и нормами внутригосударственных и международных отношений, требуют привлечения специалистов высокой квалификации.

Методология оценки. Оценка интеллектуальной собственности производится в определенной последовательности и с соблюдением требований к содержательности ее результатов. На первом этапе необходимо удостовер-

тся в наличии материальных носителей, являющихся объектами учета. Они могут быть представлены в виде отчетов, описаний, карт, чертежей, образцов продукции, дискет, аудио- и видеокассет, винчестеров ЭВМ и других носителей.

На втором этапе проверяется наличие документов, подтверждающих правомочность владения объектами интеллектуальной собственности физическими или юридическими лицами. Перечень документов включает: патенты, свидетельства, лицензионные договоры и соглашения; договоры переуступки прав; учредительные договоры о передаче имущественных прав в уставные капиталы предприятий; договоры заказа (финансирования) на создание объектов интеллектуальной собственности сторонними организациями; заказы на создание объектов интеллектуальной собственности на самом предприятии в порядке служебного задания; контракты или авторские лицензионные договоры между предприятием и разработчиками ОИС; акты приема-передачи прав на ОИС; решения органов государственной исполнительной власти, принимаемые по ОИС при реорганизации, приватизации, банкротстве предприятий; учет нематериальных активов на предприятии.

На третьем этапе выявляются цели оценки ОИС: для бухгалтерского учета, бизнеса, продажи на рынке интеллектуальной продукции, обеспечения государственных нужд, удовлетворения социальных потребностей, решения геополитических задач. Исходя из установленных целей выбирают способы оценки — стоимостная, социально-экономическая или политическая. Для стоимостной оценки необходимо обосновать тип определяемой стоимости: действующего предприятия, рыночная, остаточная стоимость замещения, в условиях ограниченного рынка и другие, которым будут соответствовать определенные методы оценки.

Для социально-экономической оценки основные показатели, по которым будут оцениваться ОИС, следующие: развитие научно-технического прогресса в конкретной сфере, занятость населения, охрана окружающей среды, состояние техники безопасности производства, рост благосостояния народа и т.д.

Для политической оценки необходимо выбрать критерии, по которым можно будет оценить влияние использования ОИС на политическую обстановку в стране или на межгосударственном уровне: состояние воспроизводства важнейших видов минерально-сырьевых ресурсов, обеспечивающих сырьевую безопасность страны; увеличение разведанных запасов стратегического сырья; изменение экспор-

тно-импортного баланса минерального сырья за счет открытия и ввода в эксплуатацию новых месторождений полезных ископаемых; технологии использования возобновляемых энергетических природных ресурсов и др.

В зависимости от выбранных объектов ОИС, их правовой формы охраны, способов оценки, а также целей и задач вырабатывается соответствующий перечень необходимой информации: характеристики ОИС или товаров с использованием ОИС в сравнении с аналогичными или конкурирующими, источники получения доходов от использования ОИС, описания рынка ОИС, затраты на приобретение прав использования ОИС, себестоимость и цена товара с использованием ОИС, риски, связанные с приобретением прав и использованием ОИС, чистый доход от использования ОИС, конъюнктура мирового рынка на минеральное сырье, уровни потребления минерального сырья в развитых и развивающихся странах и другие необходимые сведения для оценки использования ОИС в определенных целях. При этом источниками получения доходов могут быть: увеличение объемов реализации отдельных видов или всей продукции предприятия, в производстве которой использовалась интеллектуальная собственность; повышение цены в зависимости от качества продукции; экономия в производстве при использовании ОИС в конкретных видах продукции; выручка от продажи (переуступки) прав или лицензий на использование ОИС; экономия при капиталовложениях в разработку ОИС и др.

Для определения рынка сбыта ОИС, продукции или производства с использованием ОИС следует выявить области, направления и условия применения ОИС по функциональным признакам или способу использования, географию сбыта, емкость рынка, объемы сбыта конкурирующих товаров, оптимальный объем сбыта для оцениваемых объектов.

Приобретение и доведение ОИС до состояния, пригодного для использования, сопровождается следующими затратами: на приобретение прав на ОИС; на освоение в производстве и организацию выпуска товаров с использованием ОИС; на правовую и другие виды охраны ОИС; на маркетинг ОИС или товаров с их использованием; на страхование рисков реализации проектов с использованием ОИС или их доходности. При оценке рисков приобретения прав на ОИС или их использования необходимо определить риски, связанные с осуществимостью проектов, сроками освоения, достижением проектных технических, экономических или экологических характеристик ОИС или производимых товаров с использованием ОИС, а также обще-

экономические риски — инфляция, налоговые и таможенные режимы, нестабильность рынка в связи с политической ситуацией в стране и т.д. Таким образом, для проведения оценки необходимо выявить все особенности и обстоятельства, связанные как с самими объектами интеллектуальной собственности, так и с их производством и использованием.

Методы оценки. Методы оценки выбирают исходя из целей оценки, характеристики объектов интеллектуальной собственности, а также условий их использования. Разнообразие и различная значимость объектов интеллектуальной собственности в сфере геологического изучения недр определяют экономическую, социальную и политическую их оценку.

Стоимостная оценка. В практике оценки ОИС наиболее широко применяются методы стоимостной оценки — затратный, сравнительного анализа продаж и доходный [10]. Они различаются по методике расчета экономических показателей использования ОИС исходя из поставленных целей.

Затратный метод заключается в расчете затрат на воспроизводство объектов интеллектуальной собственности в текущих ценах за вычетом износа. При использовании затратного метода определяются все фактические затраты, связанные с созданием, приобретением или введением в действие ОИС; корректируются затраты на величину индекса цен на дату оценки; устанавливается начисленная амортизация ОИС. Стоимость ОИС определяется как разница между скорректированными затратами и начисленной амортизацией. Затратный метод оценки применяется для определения стоимости ОИС при использовании их для развития собственного предприятия, при передаче их для использования на родственных предприятиях по распоряжению право-владельцев, а также в пределах единой корпорации предприятий и в других аналогичных случаях, когда необходимо покрыть только затраты на создание ОИС.

Разновидностью затратного метода является метод текущих затрат для целей бухгалтерского учета. Согласно Положению о бухгалтерском учете и отчетности в Российской Федерации, действуют следующие правила отражения стоимости нематериальных активов в бухгалтерской отчетности и начисления амортизации [6].

Стоимость объектов ИС в нематериальных активах отражается как сумма затрат на создание или приобретение предприятием нематериальных активов, а также расходов по доведению их до состояния, при котором они будут пригодны для использования. Затраты на создание от-

дельных объектов ИС слагаются из заработной платы разработчиков, отчислений и общепроизводственных накладных расходов. В затраты на приобретение ОИС нематериальных активов входят суммы, выплаченные продавцу объекта, затраты на информационные и консультационные услуги, вознаграждение посредникам, регистрационные сборы и пошлины, таможенные расходы и налоговые платежи. Затраты по доведению ОИС до состояния, пригодного к использованию, слагаются из необходимых материальных и трудовых затрат персонала, занятого на этой работе, а также общепроизводственных накладных расходов. Метод фактических затрат используется также при инвентаризации, определении минимальной цены объекта, ниже которой сделки становятся невыгодными для владельца ОИС.

Метод сравнительного анализа продаж основан на принципе изучения эффективно функционирующего рынка, на котором инвесторы покупают и продают аналогичного типа активы, принимая при этом независимые индивидуальные решения. Данные продаж по аналогичным сделкам сравниваются с оцениваемыми ОИС. При использовании метода проводятся следующие работы: собирается информация о состоявшихся сделках по аналогичным ОИС; определяется перечень показателей, по которым сопоставляются ОИС; корректируются фактические цены сделок по ОИС с учетом значений показателей сравнения с оцениваемыми ОИС; определяется стоимость оцениваемого ОИС на основе скорректированных фактических данных по сопоставляемым сделкам.

Экономические преимущества и недостатки оцениваемых активов по сравнению с выбранными аналогами выражаются через введение соответствующих поправок, учитывающих качественные различия между оцениваемыми активами и их аналогами. Размеры поправок зависят от многих факторов и, прежде всего, от квалификации оценщика, конъюнктуры рынка на момент оценки и наличия однотипных аналогов.

Метод сравнительного анализа продаж используется при наличии развитого рынка интеллектуальной собственности, а также при необходимости проведения прогнозных оценок развития рынка ОИС как в одной стране, так и в ряде зарубежных стран. Типичный пример применения данного метода — оценка стоимости геологической информации (карты, разрезы, отчеты и т.д.) об объектах поиска или разведки месторождений полезных ископаемых при объявлении тендера или выдаче лицензии на изучение этих объектов.

Доходный метод основан на расчете экономических выгод, ожидаемых от использования оцениваемых ОИС. Метод заключается в определении прибыли, ассоциированной с оцениваемыми активами, ставок капитализации (или дисконта), учитывающих степень риска, связанных с доходностью используемых ОИС, и остаточного экономического срока их службы. При оценке ОИС он может быть реализован с помощью следующих подходов: капитализации доходов; дисконтировании будущих денежных доходов; определении избыточных прибылей.

При капитализации доходов выявляются источники и размеры чистого дохода, приносимого ОИС, определяется ставка капитализации чистого дохода, рассчитывается стоимость ОИС как частное от деления чистого дохода на ставку капитализации. Метод может использоваться также при расчете роялти и оценке вклада торговой марки.

При дисконтировании денежных потоков оцениваются будущие денежные потоки, чистый доход от использования ОИС и амортизация, определяется ставка дисконтирования, рассчитывается суммарная текущая стоимость будущих доходов. К полученному результату прибавляется стоимость ОИС, приведенная к текущему периоду.

Определение избыточных прибылей сопровождается: выделением стоимости материальных активов; определением прибыли, приходящейся на материальные активы; расчетом средней прибыли как разницы между получаемой прибылью и средним значением по отрасли, соответствующей влиянию нематериальных активов; установлением коэффициента капитализации для избыточной прибыли; расчетом стоимости нематериальных активов как частного от деления избыточной прибыли на коэффициент капитализации; определением стоимости, приходящейся на ОИС.

Доходный метод оценки ОИС достаточно трудоемок, однако он незаменим на рынке работ и услуг.

Выбор методов стоимостной оценки конкретных ОИС определяется на основании анализа преимуществ каждого из них, а результаты оценок, полученные при использовании различных методов, учитываются при принятии решения об окончательной оценке ОИС в денежном выражении.

Стоимостная оценка ОИС оформляется в виде отчета, который должен содержать: поставленную задачу по оценке; описание ОИС, идентифицированное с объектом оценки; описание правовых документов на ОИС; данные о сроках, регионах и областях действия прав;

характеристику вида определяемой стоимости ОИС; обоснование наиболее эффективного использования ОИС; выбор метода оценки и его обоснование; перечень и анализ информации, привлекаемой для оценки объекта, в соответствии с выбранными методами; расчет стоимости ОИС по выбранным методам; анализ расчетов, полученных различными методами, и определение окончательной стоимости оцениваемого объекта; перечень использованных методических документов, стандартов и нормативных актов по оценке; данные о квалификации оценщиков. При желании владельца ОИС отчет подвергается экспертной оценке независимыми оценщиками. Окончательное решение о стоимости ОИС принимает его правообладатель.

Социально-экономическая оценка. Значимость использования объектов интеллектуальной собственности не ограничивается их стоимостью в денежном выражении, если они могут влиять на социальные условия жизни общества или отдельно взятого человека. Такие показатели, как уровень безопасности труда на производстве или в быту, рост благосостояния народа и др. затрагивают не только общество в целом, но и отдельных членов общества, поэтому оценки ОИС с этих позиций имеют не столько экономическое значение, сколько социальное.

В сфере геологического изучения недр, как ни в какой другой, использование ОИС имеет комплексный характер. Оно может существенно влиять не только на экономические показатели развития общества — рост производительных сил, повышение благосостояния народа, увеличение доходной части бюджета, увеличение импорта минерального сырья и т.д., но и на социальные — занятость населения, охрана окружающей среды, состояние техники безопасности на производстве и др.

Для оценки социальной значимости объектов интеллектуальной собственности, созданных в этой сфере, необходимо, прежде всего, определить показатели, по которым можно было бы объективно произвести такую оценку. Поскольку в литературе на этот счет определенных данных не существует, нами даются некоторые рекомендации в виде перечня показателей, по которым можно производить социально-экономическую оценку (табл. 1).

Обычно применяют метод сравнительного анализа показателей до использования ОИС и после, что позволяет реально оценивать их влияние на состояние уровня жизни трудящихся в районе, регионе или на отдельном предприятии, с которыми связана их деятельность. Многие объекты, являющиеся результа-

1. Социально-экономические показатели для оценки использования результатов интеллектуальной деятельности в сфере геологического изучения недр

Показатели	Единицы измерения	Область действия
Занятость населения	% безработных	Район, регион, отрасль
Рост доходов населения	%	Район, регион, страна
Зарботная плата	тыс. р./чел.	Предприятие, регион, отрасль, страна
Производительность труда	тыс. р./чел.	Предприятие, отрасль, страна
Прибыль	млн. р.	Предприятие, регион, отрасль
Рост ВВП	%	Страна
Инфляция	%	То же
Состояние техники безопасности	Число несчастных случаев на 1000 работающих	Предприятие, отрасль, страна
Охрана окружающей среды	Уровень ПДК	Район, регион
Демографическая обстановка	Отношение числа рождающихся и умирающих на 100 тыс. чел. за определенный период	Регион, страна
Продолжительность жизни	Среднее количество прожитых лет для мужчин и женщин раздельно	То же

том творческого труда в сфере геологического изучения недр, при их использовании существенно влияют на развитие районов, регионов и даже страны в целом. Достаточно вспомнить открытие таких уникальных месторождений полезных ископаемых, как алмазоносная трубка Мир, железорудные объекты Урала и Кривого Рога, нефтяные и газовые месторождения Западной Сибири, угольные месторождения Донбасса, Кузбасса и Восточной Сибири, впоследствии ставшие градообразующими (Мирный, Магнитогорск, Уренгой, Салехард, Донецк, Кузнецк, Кривой Рог и др.), чтобы убедиться в целесообразности социально-экономической оценки результатов интеллектуальной деятельности в этой сфере. Напомним, что объектами интеллектуальной собственности являются не сами месторождения как таковые, а геологическая информация о них — отчеты, карты, разрезы, подсчетные планы и т.д.

В табл. 1 приведен ряд важнейших социально-экономических показателей, по которым можно оценивать значимость использования объектов интеллектуальной собственности. Не претендуя на полноту перечня, заметим, что выбор показателей зависит от характеристики ОИС, а также области использования — район, регион, страна, предприятие.

На первом этапе изучаются данные об объектах интеллектуальной собственности, их правладельцах, а затем выбираются показатели социально-экономической оценки и области их распространения. Как правило, оценку осуществляют по двум-трем важнейшим по-

казателям, характерным для той или иной области использования, а затем при необходимости число их расширяют исходя из области применения. Например, для объектов минерального сырья, расположенных в районах градообразующих агломераций, важнейшим показателем оценки, безусловно, будет текущая и будущая занятость населения, а затем производные от этого фактора — производительность труда, доходность предприятия и др., или поддающиеся регулированию — состояние техники безопасности, охрана окружающей среды и др.

На втором этапе собирается информация о состоянии (в количественном выражении) выбранных для оценки показателей, существовавших до момента использования объектов интеллектуальной собственности — район, регион, страна, предприятие. На третьем этапе рассчитываются показатели, которые могут быть достигнуты при использовании ОИС в этой области.

В итоге проводится сопоставление социально-экономических показателей до использования ОИС и после, формулируются выводы о полезности использования ОИС в той или иной области.

Последовательность операций по осуществлению социально-экономической оценки использования ОИС может быть выбрана иная, но в любом случае она должна приводить к получению результатов, обеспечивающих количественную оценку использования ОИС в конкретной области.

Политическая и геополитическая оценка. Специфика использования результатов интеллектуальной деятельности независимо от состояния их правовой охраны такова, что имеет не только социально-экономические и сугубо рыночные аспекты, но и политические, которые также должны подвергаться оценке, несмотря на всю сложность этого процесса. Классическим примером может служить создание атомной бомбы и ракетной техники, обеспечивающее политический вес государств, обладающих ими, в современном мире. Не исключение и результаты интеллектуального труда в области геологического изучения недр.

Безусловно, не все объекты интеллектуальной собственности в данной области имеют геополитическое значение, но любой объект ИС может быть рассмотрен исходя из его характеристики с точки зрения политической значимости для района, региона или страны в целом. По аналогии с социально-экономическими показателями использования ОИС предложен перечень показателей, по которым следует осуществлять оценку их политической или геополитической значимости (табл. 2).

Этот перечень может быть дополнен исходя из характеристики ОИС и области их действия, однако при выборе конкретных показателей необходимо учитывать, прежде всего, возможность их использования для оценки политического влияния на социально-экономическую или политическую обстановку как в отдельно взятом регионе или стране, так и на межгосударственном уровне.

На первом этапе оценки определяются объекты интеллектуальной собственности, использование которых может иметь политическое значение для региона, страны или межгосударственных отношений (см. табл. 2). Затем выбираются показатели оценки с предпочтением раскрывающих политическую значимость ОИС для межгосударственных отношений, а затем для страны или региона. В каждом конкретном случае перечень показателей оценки ОИС может быть различным и отличающимся от перечисленных в табл. 2, но в любом случае должна обеспечиваться возможность политической оценки на основании количественных данных. Использование качественных показателей возможно, но только в сочетании с количественными данными.

На третьем этапе рассчитываются количественные значения выбранных показателей с использованием статистических данных, официально приведенных в отчетах или опубликованных в печати.

Завершается оценка сравнением полученных показателей с уровнями, достигнутыми до

использования объектов интеллектуальной собственности. Политические показатели могут дополняться социально-экономическими, дающими более полное представление о значимости использования ОИС. Например, увеличение объемов импорта минерального сырья может характеризоваться не только процентами роста объемов в результате использования ОИС, но и количеством поступившей в казну валюты от реализации дополнительных объемов. При расчетах могут использоваться методы стоимостной оценки, такие как доходный и сравнительного анализа продаж.

Возможны случаи отсутствия сравнительной базы, которую обычно принимают для оценки достижений, например при оценке использования технологий выявления и добычи полезных ископаемых со дна морей и океанов и ряда других. В этих случаях прогнозные оценки даются на основании имеющихся представлений о возможном развитии событий и последствий влияния использования ОИС на них, применяя те же методические приемы.

Для геополитической оценки объектов интеллектуальной собственности должны привлекаться специалисты широкого профиля и, прежде всего, политологи и экономисты, имеющие опыт международных оценок. Главный вопрос, предшествующий оценке, — установление факта возможного влияния использования объектов интеллектуальной собственности на политическую обстановку в стране или геополитическую обстановку в мире, а выбор методов оценки и их применение являются делом техники.

Подводя итоги рассмотрения проблемы оценки результатов интеллектуальной деятельности в сфере геологического изучения недр, можно сделать следующие выводы.

1. Создаваемые объекты интеллектуальной собственности в этой сфере имеют не только экономическое, но и социально-политическое значение.

2. Законодательная база Российской Федерации в области интеллектуальной деятельности, международный опыт решения правовых вопросов интеллектуальной собственности, а также методические разработки по оценке объектов интеллектуальной собственности в России позволяют осуществлять объективную оценку значимости результатов творческого труда в сфере геологического изучения недр.

3. Учитывая неразвитость института интеллектуальной собственности в сфере геологического изучения недр, необходимость вовлечения этих объектов в хозяйственный оборот, насущной задачей является развитие научных разработок в этой области для обеспечения эффек-

2. Показатели для политической и геополитической оценки использования результатов интеллектуальной деятельности в сфере геологического изучения недр

Показатели	Единицы измерения	Область действия
Воспроизводство минерального сырья	Коэффициент отношения прироста разведанных запасов к уровню добычи	Регион, страна
Увеличение объемов импортируемого минерального сырья	% по отношению к достигнутому	Страна
Рост ВВП	%	Регион, страна
Открытие крупных месторождений полезных ископаемых, способных существенно изменить минерально-сырьевой баланс	Шт., млн. т, млрд. м ³	То же
Открытие альтернативных природных источников энергии	Вид источника, запасы	Страна, мир
Технологии прогноза и защиты от опасных геологических явлений	Виды явлений и достоверность прогноза	То же
Технологии выявления и добычи полезных ископаемых со дна морей и океанов	Перечень видов минерального сырья и глубины залегания	«
Стоимость углеводородного сырья в мире	Дол. за 1 т нефти, дол. за 1000 м ³ газа	Мир
Экспортно-импортные поставки минерального сырья	Млн. т, млрд. м ³	Страна
Прогнозные ресурсы и разведанные запасы важнейших видов полезных ископаемых	Млн. т, млрд. м ³	Страна, мир
Зарубежные инвестиции	Млн. дол.	Страна
Зарубежные кредиты	Млн. дол.	То же
Число совместных с зарубежными компаниями предприятий	Шт.	«
Использование зарубежных инноваций	Количество	«

тивного использования объектов интеллектуальной собственности в условиях рынка.

Автор выражает надежду, что настоящая публикация вызовет определенный интерес у руководства МПР России и послужит началом планомерных нормативно-правовых и экономических исследований по этой проблеме.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гражданский кодекс Российской Федерации (полный текст). — М.: АКАЛИС, 1996. Ч. I, II.
2. Зайченко В.Ю. Классификация объектов интеллектуальной собственности в сфере недропользования и их правовая охрана // Руды и металлы. 2001. № 2. С. 7—18.
3. Имущественные и авторские права на научно-техническую продукцию. Методические рекомендации (второе издание). — М.: Геоинформмарк, 1999.
4. Козырев А.Н. Оценка интеллектуальной собственности. — М.: Экспертное Бюро-М, 1997.
5. Нематериальные активы интеллектуальной деятельности в сфере геологического изучения недр. Методические рекомендации. — М.: Геоинформмарк, 1999.
6. Положение о бухгалтерском учете и отчетности в Российской Федерации. Приказ Министерства финансов Российской Федерации от 27 августа 1998 г. № 1598.
7. Постановление Правительства Российской Федерации «Об использовании результатов научно-технической деятельности» от 2 сентября 1999 г. № 982.
8. Рассудовский В.А. Проблемы правового регулирования инновационной деятельности в условиях рыночной экономики // Хозяйство и право. 1994. № 3. С. 61—100.
9. Рубанов В.А. О роли государства в хозяйственном обороте интеллектуальной собственности // Проблемы информатизации. 2000. № 3. С. 63—67.
10. Стандарт Российского общества оценщиков. Оценка интеллектуальной собственности. Основные положения. СТО РОО 26-01-95. Nhttp://www.appraisers.ru/stand/roo/260-1-95.htm/.
11. Советский энциклопедический словарь. — М.: Советская энциклопедия, 1980.
12. Указ Президента Российской Федерации от 22 июля 1998 г. № 863 «О государственной политике по вовлечению в хозяйственный оборот результатов научно-технической деятельности и объектов интеллектуальной собственности в сфере науки и технологий».

УДК 551.263.2

© В.Д.Конкин, Г.В.Ручкин, 2002

РЯДЫ РУДНЫХ ФОРМАЦИЙ ТЕРРИГЕННО-СЛАНЦЕВЫХ СКЛАДЧАТЫХ ПОЯСОВ*

В.Д.Конкин, Г.В.Ручкин (ЦНИГРИ МПР России)

Продемонстрированы металлогенические особенности окраинно-континентальных терригенно-сланцевых поясов — осадочных бассейнов бывших пассивных окраин и шельфов окраинных морей, выявлены основные типы металлогенических (структурно-формационных) зон, вмещающих рудные и нерудные месторождения различных рудно-формационных типов. Выделены основные типы рядов рудных формаций, строение которых определяется совокупностью проявленных процессов рудогенеза и соответствующих им индикационных рудоконтролирующих геологических формаций. Эмпирически установленные ряды рудных формаций и их закономерные сочетания в конкретных геотектонических обстановках служат одним из ведущих факторов при региональных прогнозно-металлогенических построениях.

Д.И.Горжевский на протяжении всей своей творческой деятельности активно участвовал в создании и развитии учения о рудных формациях. В последние годы в рамках анализа металлогенических особенностей Восточно-Европейской платформы особое внимание им было уделено выявлению и построению рядов рудных формаций (РРФ) платформенных геотектонических обстановок. Построение РРФ, вслед за Р.М.Константиновым [2], рассматривалось Д.И.Горжевским, в первую очередь, как метод, позволяющий установить зависимость особенностей минерального состава руд от определенной группы геологических факторов: тектонического режима структурно-формационных зон, состава и условий формирования рудоносных геологических формаций, особенностей вмещающих и подстилающих пород и др.

На платформах Д.И.Горжевским [1] выделены следующие типы РРФ: генетически родственных рудных формаций; ассоциирующих с общими геологическими формациями; чуждых рудных формаций.

Первые характеризуются близким минеральным составом руд, сходными ассоциирующими геологическими формациями и размещением рудных формаций в однотипных региональных структурах. Формации второго ряда существенно различны по минеральному составу, но связаны со сходными геологическими

формациями и региональными рудоносными структурами. Формации третьего ряда различаются по минеральному составу и геологическим формациям, но пространственно близки, приурочены к единым рудо локализирующим региональным структурам и нередко обнаруживают однотипные геохимические особенности. Подчеркивая прогностическое значение анализа РРФ, Д.И.Горжевский указывал, что сходство рудных формаций на Северо-Американской, Австралийской и Китайской платформах с РРФ на территории Восточно-Европейской платформы позволяет предсказать в пределах последней открытие определенных типов рудных месторождений.

Развивая идеи Р.М.Константинова и Д.И.Горжевского по построению РРФ, авторы совместно с В.П.Новиковым и А.В.Бражником [3] на основе ассоциативных связей месторождений с рудоконтролирующими формациями и комплексами дифференцировали РРФ различных геотектонических обстановок на следующие типы:

ряды родственных рудных формаций (РРРФ), объединяющие рудные формации различных по составу месторождений, пространственно связанных с одной геологической формацией;

ряды ассоциирующих рудных формаций (РАРФ), объединяющие совокупность месторождений, находящихся в пространственно-временных связях с рудоконтролирующими формациями одного структурно-формационного комплекса;

ряды совмещенных рудных формаций (РСРФ), представляющие совокупность место-

*Статьи, помеченные звездочкой, представлены в номер, посвященный памяти М.Б.Бородаевской и Д.И.Горжевского. — Редакция.

рождений, связанных с различными структурно-вещественными комплексами, формирующимися в рамках одного тектономагматического или тектоноседиментационного цикла;

комбинированные ряды рудных формаций (КРРФ) — серия рудных формаций или их рядов, принадлежащая к нескольким тектономагматическим циклам, проявленным в пределах одной металлогенической зоны или рудного района.

Соответствующие типы РРФ широко развиты в металлогенических зонах терригенно-складчатых геосинклиналей, представляющих собой складчатые пояса в обрамлении древних платформ и блоков ранней консолидации (срединных массивов), выполненных терригенными, углеродисто-терригенными и карбонатно-терригенными формациями часто в ассоциации с незначительной (иногда до 30%) долей субмаринных базальтовых и риолит-базальтовых вулканитов.

Окраинно-континентальное расположение терригенно-сланцевых геосинклиналей обуславливает асимметричный профиль заложения структур и соответственно асимметричное размещение структурно-вещественных комплексов (СВК). Внутреннее строение геоструктур осложнено разномасштабными и разновременными рифтоподобными структурами и палеоподнятиями, в том числе зонами барьерных риффов.

В палеогеодинамическом плане терригенно-сланцевые геосинклинали соответствуют так называемым пассивным окраинам и (или) активным окраинам восточноазиатского типа с отчетливо проявленными на начальном этапе развития внутри- и окраинно-континентальными зонами рифтогенеза. Геоструктуры в общем случае выполнены СВК, формирование которых связано с обстановками внутреннего и внешнего шельфа, континентального склона и подножия. Среди них распознаются обстановки, отвечающие рифтогенным прогибам, барьерным риффовым зонам, а в отдельных случаях и задуговым бассейнам.

При выделении структурно-вещественных комплексов бывших окраин континентов должен учитываться комплекс вещественных и палеоструктурных элементов-индикаторов, для выявления которых, прежде всего, необходимо установить латеральные и вертикальные ряды геологических формаций, составляющие конкретные СВК.

Латеральные ряды формаций фиксируют последовательную смену прибрежно-морских и шельфовых отложений, представленных в зависимости от конкретных условий и типов литогенеза терригенными, терригенно-карбонатными,

карбонатными, карбонатными рифовыми, угленосными и углеродсодержащими и другими формациями континентального шельфа, его склона и подножия, в том числе и фациями котловин. К числу последних, в частности, относятся флишевые, флишеидные, олистостромовые, глинистые, глинисто-кремнистые, вулканомиктовые и вулканогенные фации.

Как показывают палеогеодинамические реконструкции и выполненный на этой основе металлогенический анализ терригенно-сланцевых геосинклиналей складчатого обрамления Сибирской платформы (Енисейский кряж, Западное Прибайкалье, Байкало-Витимский пояс), юго-восточного обрамления Китайской платформы и бассейна Селвин в обрамлении Северо-Американской платформы, результаты которых достаточно полно раскрыты в работах [4, 5], металлогенические особенности структур определяются широким развитием стратиформных, в разной степени преобразованных, рудных и нерудных месторождений свинца, цинка, золота, платиноидов, серебра, ванадия, марганца, барита, фосфора, молибдена, никеля, железа различных рудно-формационных типов. Особенности геологического строения, обстановок нахождения и формирования наиболее представительных месторождений применительно к конкретным провинциям свидетельствуют о парагенетических, а в ряде случаев и генетических связях оруденения с накоплением и постседиментационными преобразованиями вмещающих осадочных, вулканогенно-осадочных рудоносных толщ, формаций и их комплексов.

Фациально-формационные рудовмещающие комплексы располагаются по всему профилю шельфа и континентального склона (зон задугового растяжения в окраинах восточноазиатского типа). Размещение рудовмещающих комплексов и связанного с ними стратиформного оруденения в идеализированном профиле от континента к океану (островной дуге) можно представить в следующем виде.

В зонах внутреннего и внешнего шельфа рудовмещающий фациально-формационный комплекс сложен главным образом углеродсодержащими формациями: карбонатно-терригенной с молибден-никель-цинковыми с платиноидами месторождениями, фосфоритоносной кремнисто-глинистой со стратиформными месторождениями барита, терригенно-карбонатной с месторождениями фосфоритов, сланцево-доломитовой с объектами стратиформного ванадиевого и серебро-ванадиевого типа и сланцевой с проявлениями урана.

Со стороны континента рудовмещающий фациально-формационный комплекс может со-

седствовать с карбонатными и терригенно-карбонатными формациями внутренних шельфовых морей, которые иногда вмещают стратиформные свинцово-цинковые месторождения. Наиболее широко карбонатные рудовмещающие формации развиты на перегибах внешнего шельфа и континентального склона, где они представлены рифогенными и биогермными толщами, вмещающими свинцово-цинковые, иногда с баритом или флюоритом, месторождения, а также месторождения марганцевой кремнисто-карбонатной формации.

Рудовмещающие формации континентального склона, подножия, а также задуговых бассейнов — это углеродсодержащие флишевые и флишоидные кремнисто-карбонатно-терригенные с колчеданно-полиметаллическими и сидеритовыми месторождениями, кремнисто-терригенные и кремнисто-терригенно-вулканогенные (с продуктами базальтового или риолит-базальтового вулканизма) с проявлениями железистых кварцитов и месторождениями золото-углеродистого типа, а иногда медно-цинковыми колчеданными месторождениями.

Необходимо отметить, что указанные выше рудовмещающие формации не занимают все обширное пространство континентальных склонов и подножия, а контролируются положением рифтогенных впадин, усложняющих морфологию дна этих палеобассейнов. Как показывают имеющиеся материалы, на «плечах» впадин могут формироваться вулканогенные гряды, а также рифтогенные карбонатные постройки. В совокупности все эти элементы обуславливают резко дифференцированный рельеф палеобассейнов осадко- и рудонакопления и отчетливо выраженную латеральную изменчивость рудовмещающих фаций и, как следствие, различное сочетание разнотипных месторождений и рудопроявлений полезных ископаемых.

В зонах континентального склона формируются также фосфоритовые руды. Проявления фосфоритов в различных масштабах зафиксированы практически во всех проанализированных металлогенических провинциях пассивных окраин и окраинных морей. Фосфориты пластовой и желваковой формаций в рассматриваемых обстановках фиксируются в терригенно-кремнисто-углеродисто-карбонатных формациях, образующихся в переходных зонах от обстановок карбонатных рифов к обстановкам рифтогенных впадин.

На поздних этапах развития осадочных бассейнов континентальных склонов и подножий условия осадконакопления в шельфовых зонах могут проградировать в сторону океана.

Шельфовые формации в этом случае перекрывают рифтогенные впадины и вмещают присущие им рудно-формационные типы месторождений, в частности проявления черносланцевой ванадиевой формации.

Как видно из краткого обзора, закономерности размещения стратиформных месторождений, определяющих металлогеническую специализацию провинций окраинно-континентальных структур рассматриваемого типа, тесно связаны с фациально-формационными обстановками накопления рудовмещающих толщ. В свою очередь, размещение рудовмещающих формаций в латеральном и вертикальном рядах СВК определяется палеогеодинамическими условиями развития тех или иных бассейнов осадконакопления.

В СВК с полным профилем развития рудовмещающих формаций в рядах континент — океан (пассивная окраина) или континент — задуговой бассейн — вулканическая островная дуга фиксируется следующая смена рудовмещающих формаций: углеродистых терригенно-карбонатных и терригенных шельфовых зон — карбонатных и терригенно-карбонатных барьерных рифов и рифогенных построек — терригенно-глинисто-кремнистых и хемогенно-терригенных с варьирующим количеством производных базальтоидного вулканизма — флишевых и флишоидных формаций склонов и подножий.

Подобная металлогеническая зональность рассматриваемых провинций может быть резко нарушена в связи с развитием в шельфовых зонах глубинных разломов, контролирующих положение осадочных и вулканогенно-осадочных формаций, а главное, в связи с формированием на шельфовых пространствах окраинно-континентальных бассейнов рифтовидных наложенных прогибов. В этих прогибах, как и в рифтогенных впадинах континентального склона и подножия, накапливаются флишоидные углеродсодержащие кремнисто-терригенные формации с тем или иным количеством вулканогенных пород. Исходя из имеющихся данных можно предполагать, что рифтовидные прогибы на шельфах вмещают месторождения золото-углеродистого формационного семейства и железистых кварцитов, углеродистые золото-, сурьму- и платиносодержащие фации пород. Формирование рифтовидных прогибов на шельфах может повторяться неоднократно.

Так, на основании анализа материалов по бассейну Селвин (Канада) установлено по крайней мере два этапа развития рифтогенных систем: на ранней стадии (рифейский этап) и средней стадии (кембро-ордовикский)

**Основные металлогенические характеристики структурно-формационных зон
терригенно-сланцевых геосинклиналей**

Ведущие рудно-формационные типы месторождений	Структурно-формационные (металлогенические) зоны			
	внутренних и внешних шельфов		барьерных рифов и органогенных построек	рифтогенных впадин, склонов и подножий
	собственно шельфовые	рифтогенных прогибов		
Фосфоритовый пластовый и желваковый	УТК	—	—	ТК
Mn-терригенный	ТК	—	—	—
Mn-карбонатный	ТК	—	КК, РК	КК
Ba-виттеритовый в карбонатных толщах	—	—	РК	—
Pb-Zn-стратиформный в карбонатных толщах	ТК	—	РК	—
Ba-черносланцевый	УКГ	—	—	—
Колчеданно-полиметаллический в черносланцевых толщах	—	—	—	ФККТ
Fe-сидеритовый	—	—	—	ФКТ
Mo-Ni-Zn-благороднометалльный в черносланцевых толщах	УКТ	—	—	—
Ag-V в черносланцевых толщах	УСД	—	—	—
V в черносланцевых толщах	УСД	—	—	—
U-черносланцевый	УГ	—	—	—
Au(Sb, As)-углеродистый	—	ФКТ	—	ФКТ
Железистых кварцитов, иногда с Mn	—	ФККТ, ФКТ	—	ФККТ

*ка сгр-
31
Текста
Климова*

Примечание. Основные типы рудовмещающих формаций: УКТ — углеродсодержащие карбонатно-терригенные, УКГ — углеродсодержащие кремнисто-глинистые, УТК — углеродсодержащие терригенно-карбонатные, УСД — углеродсодержащие сланцево-доломитовые, УГ — углеродсодержащие сланцево-глинистые, ТК — терригенно-карбонатные, РК — карбонатные рифогенные и органогенные, КК — кремнисто-карбонатные, ФККТ — флишвидные углеродистые кремнисто-терригенные и терригенно-вулканогенные, ФКТ — флишвидные углеродсодержащие кремнисто-терригенные и кремнисто-терригенно-вулканогенные, ТК — терригенно-кремнистые карбонатные. Знаком «—» помечено отсутствие формаций.

погружения материков. В большинстве проанализированных ситуаций рифтогенные прогибы шельфов располагаются субпараллельно общему простиранию описанных фациально-формационных зон, однако они могут занимать и секущее положение. По данным Д.В.Рундквиста и Г.А.Митрофанова, именно такое положение занимает рифтогенная структура, контролирующая размещение золоторудных с платиноидами месторождений (Сухой Лог, Вернинское и др.) Байкало-Витимской провинции.

Второстепенное, но иногда и значительное влияние на распределение рудовмещающих формаций, особенно в шельфовых зонах, оказывают геоморфологические особенности дна палеоакваторий. Наличие островов и прочих относительных палеоподнятий обуславливает развитие зон карбонатсодержащих, карбонатных и песчаных фаций пород.

Таким образом, в металлогенических провинциях окраинно-континентальных бассей-

нов в наиболее общем случае устанавливается сопряженность структурно-формационных (металлогенических) зон с отличающимися режимами становления следующих типов: внутренних и внешних шельфов, барьерных рифов и органогенных построек, рифтогенных впадин, склонов, подножий и задуговых морей и наложенных рифтовидных прогибов шельфов. Каждая из зон характеризуется присущим ей набором месторождений различных рудно-формационных типов (таблица).

В заключение отметим, что металлогенические зоны рассматриваемых геодинамических обстановок включают следующие основные сочетания рудно-формационных типов месторождений, образующих соответствующие РРФ.

РРФ наиболее полно выражены в металлогенических зонах рифтогенных впадин, склонов и подножий, где они объединяют колчеданно-полиметаллическую, железо-сидеритовую и железистых кварцитов рудные фор-

магии, связанные с флишеидными углеродистыми кремнисто-карбонатно-терригенными и кремнисто-терригенно-вулканогенными формациями. В собственно шельфовых металлогенических зонах этот тип РРФ представлен фосфоритовой, барит-черносланцевой и молибден-никель-цинк-благороднометалльной рудными формациями в углеродсодержащих карбонатно-терригенных и кремнисто-глинистых формациях, свинцово-цинковой стратиформной марганцевой терригенной и карбонатной рудными формациями в терригенно-карбонатных формациях, а в зонах барьерных рифов и органогенных построек — марганцевой карбонатной, барит-виттеритовой и стратиформной свинцово-цинковой в карбонатных формациях.

РАРФ, включающий формации железистых кварцитов и золото-углеродистого семейства, свойствен начальным стадиям развития металлогенических зон рифтогенных прогибов шельфов. Другой характерный для рассматриваемых зон тип РАРФ представлен, в частности, фосфоритовой, марганцевой карбонатной, колчеданно-полиметаллической, золото-углеродистой и железистых кварцитов формациями.

Идеализированный ряд РСРФ для группы металлогенических зон окраинно-континентальных провинций может быть представлен в следующем виде: фосфоритовая — марганцевая карбонатная и терригенная — молибден-никель-цинк-благороднометалльная — ванадиевая (серебро-ванадиевая) — стратиформная свинцово-цинковая железо-сидеритовая — колчеданно-полиметаллическая — золото-углеродистая формации.

На территории металлогенических зон окраинно-континентальных провинций достаточно широко представлены и КРРФ, однако их рассмотрение оставлено за рамками настоящей статьи.

Установленные РРФ окраинно-континентальных металлогенических провинций имеют

важное прогностическое значение, заключающееся в возможности предопределять обнаружение существующих, но не выявленных к настоящему времени нетрадиционных для конкретного региона месторождений, являющихся членами РРФ соответствующих типов геодинамических обстановок. В частности, можно полагать, что Mo-Ni-Zn-благороднометалльные объекты могут быть выявлены в черносланцевых формациях провинций складчатого обрамления Сибирской платформы, в которых фиксируются бассейны черносланцевого осадконакопления, сопряженного с зонами карбонатонакопления в рифогенных и других органогенных фациях.

Установленные типы РРФ, с учетом фациально-формационных обстановок их формирования (палеотектонических, структурных и других факторов), позволяют с принципиально новых позиций проводить специализированное металлогеническое районирование терригенно-сланцевых складчатых поясов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горжевский Д.И., Донец А.И. Ряды рудных формаций в пределах Восточно-Европейской платформы // Изв. вузов. Сер. Геология и разведка. 1997. № 6. С. 65—73.
2. Константинов Р.М. Основы формационного анализа гидротермальных рудных месторождений. — М.: Наука, 1973.
3. Конкин В.Д., Новиков В.П., Ручкин Г.В., Бражник А.В. Ряды рудных формаций цветных и благородных металлов // Металлогения и воспроизводство фонда недропользования: Тез. докл. Всерос. совещ. М., 2000. С. 65—67.
4. Конкин В.Д., Ручкин Г.В. Рудоносные углеродистые формации окраинно-континентальных бассейнов // Углеродсодержащие формации в геологической истории: Тез. докл. междунар. симпозиума. Петрозаводск, 1998. С. 115—116.
5. Ручкин Г.В., Конкин В.Д. Минерагения пассивных окраин и шельфов окраинных морей // Минерагения осадочных бассейнов континентов и периконтинентальных областей. М., 1998.

УДК 553.078.7:553.41 (571.56)

© М.М.Константинов, 2002

СТРАТИГРАФИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА И СЕРЕБРА В ВЕРХОЯНСКОЙ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЙ ПРОВИНЦИИ

М.М.Константинов (ЦНИГРИ МПР России)

Показано, что различные по составу и строению месторождения золота и серебра Верхоянской золотоносной провинции приурочены к единому стратиграфическому уровню — границе верхнего карбона и нижней перми, что предлагается использовать в качестве нового критерия регионального прогнозирования.

Феномен стратиграфического контроля оруденения в Верхоянской металлогенической провинции состоит в том, что различные по составу и строению золотые и серебряные месторождения, размещающиеся в различных областях провинции, приурочены к единому стратиграфическому уровню — верхам верхнекаменноугольных и низам нижнепермских отложений и заключены в толще, мощность которой составляет всего 1—2 км в пределах многокилометровых терригенных отложений верхоянского комплекса (рисунок).

Месторождение *Дуэт*, находящееся в южной части провинции, представлено серией ярусно расположенных стратиформных залежей золото-кварцевого состава, конформных узкому синклинальному прогибу с осложняющими его продольными разломами и приуроченных к нижней части кукканской свиты нижней перми мощностью около 2 км [1, 3].

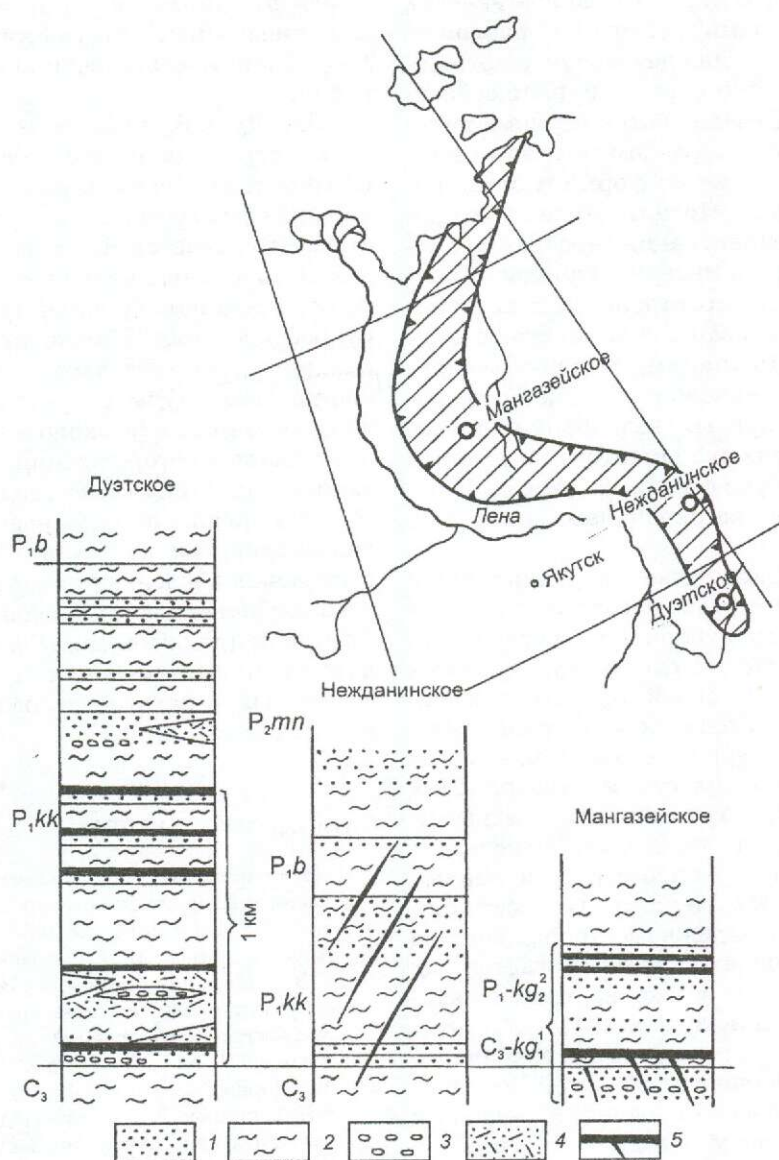
Рудовмещающая часть свиты мощностью около 1 км сложена несколькими ритмопачками трансгрессивного типа, каждая из которых имеет мощность первые сотни метров. В низах ритмопачек залегают грубообломочные и грубозернистые отложения — гравелиты, конгломераты, песчаники, выше по разрезу сменяющиеся слоистыми алевролитами и затем массивными алевролитами и аргиллитами. От выше- и нижележащих частей разреза рудовмещающая толща отличается резкими изменениями мощностей и фаций вкрест простирания, разнообразными типами слоистости (параллельная, косая, слоистость турбидитовых потоков) и текстур (седиментационного взламывания, вспучивания), явлениями локального размыва и переотложения слаболитифицированных гравелитов, конгломератов, наличием конседиментационной складчатости, примеси вулканического материала, повышенными относительно фоновых содержаниями золота, мышьяка, висмута. Такие признаки, как участие рудных тел в гравитационной

складчатости, характер контактов с вмещающими породами и некоторые другие, позволяют предполагать гидротермально-осадочно-метаморфический генезис этого месторождения [1].

Крупное месторождение золота *Нежданское*, расположенное в той же структурно-формационной зоне в области резкого изгиба верхоянских складчатых сооружений, представлено серией плитообразных крутопадающих жильных тел, в основном заключенных в той же кукканской свите нижней перми, но уходящих корневыми частями в верхнекаменноугольные толщи, а верхними — в нижне-среднепермскую дыбинскую свиту. Район месторождения отличается высокой дислоцированностью с развитием близмеридиональных и северо-восточных диагональных разломов, предопределяющих сложную блоковую структуру [4].

Позиция месторождения по одним представлениям связана с региональной флексурой, по другим — с кольцевой интрузивно-купольной структурой, «замаскированной» сложной системой разломов со скрытым гранитоидным интрузивом [2]. Исследователи отмечают многоэтапное формирование месторождения с последовательным развитием широкого ореола пирит-арсенопиритовой вкрапленности с тонкодисперсным золотом, кварц-арсенопиритовых жил со свободным золотом и серебряно-сульфосолевой минерализации, локализованной на самых верхних уровнях рудных тел. Позиция рудных тел на том же стратиграфическом уровне, что и для *Дуэтского* месторождения, позволяет допускать возможность полигенного формирования его руд с большой ролью регенерации при дислокационном метаморфизме.

Серебряное месторождение Мангазейское, детально изученное А.В.Костиным и относимое им к серебряно-сурьмяной формации [5], находится в Западном Верхоянье. В региональном



Верхоянская металлогеническая провинция (заштриховано), положение месторождений в плане и разрезе:

1 — песчаники; 2 — алевролиты, глинистые сланцы; 3 — галечники, конгломераты; 4 — туфодиаментиты; 5 — рудные залежи и секущие рудные тела

плане оно приурочено к «крутому» изгибу складчатых структур. На региональных схемах в пределах этого изгиба выделяется серия сближенных, поперечных складчатости разломов, а некоторые исследователи (А.И.Садовский) считают их фрагментом проходящего здесь планетарного глубинного разлома. По данным А.В.Костина, месторождение контролируется сопряженными антиклинальной и синклиальной складками и представляет со-

бой серию межпластовых залежей, заключенных между чередующимися пачками глинистых сланцев, глинистых и граувакковых песчаников на границе верхнего карбона и нижней перми.

По представлениям А.В.Костина, руды Мангазейского месторождения формировались в два этапа. Первый этап связан с накоплением рудного материала, синхронным с формированием осадков. В это время возникли

плащеобразные стратифицированные залежи, ограниченные зонами долготных разломов, возможно, наследующих девонскую рифтогенную структуру. Многоярусные плащеобразные рудные тела соединяются сериями секущих рудоподводящих разломов, в которых в отдельных случаях также формируются промышленные руды. Металлоносные осадки имели высокие концентрации серебра — самородное серебро и его интерметаллиды выполняют межзерновые пространства в песчаниках. Второй этап связан с трансюрской складчатостью и магматизмом. Частичное преобразование руд привело к обогащению некоторых участков рудных тел, формированию зон брекчий с рудным цементом, но в целом сколько-нибудь существенных перемещений рудного материала из первичных залежей не отмечается.

Особенность расположения рудных тел в стратиграфическом разрезе состоит в их приуроченности к нижнепермским песчаникам, что отвечает кыгылтасскому времени ($C_3kg_1^2—P_1kg_2^2$). Основной рудовмещающий элемент — пачка песчаников, смятая в изоклиналную складку, в свою очередь, включающая (снизу вверх) пласты мелкозернистых тонкослоистых комковатых серых, среднезернистых массивных светло-серых, мелкозернистых тонкослоистых темно-серых и черных песчаников, каждый из которых несет конформную рудную залежь месторождения. В подстилающих толщах $C_3kg_1^1$ отмечается ряд секущих рудных тел, возможно, фиксировавших рудоподводящие каналы.

Изложенные данные о приуроченности месторождений различных областей Верхоянской металлогенической провинции к единому стратиграфическому уровню — границе $C_3—P_1$ — позволяют говорить о новом критерии регионального прогнозирования, существенно расширяющем перспективы открытий месторождений золота и серебра в этом регионе. На уровне современных знаний данный стратиграфический фактор рудоконцентрирования может быть увязан с активизацией сис-

темы древних рифтов, предполагаемых различными исследователями в основании палеозойских и мезозойских складчатых сооружений.

Для Дуэт-Бриндакитского и Мангазейского месторождений гидротермально-осадочно-метаморфическая модель рудообразования хорошо согласуется с их стратифицированностью. Что касается Нежданинского месторождения, то для него большинством исследователей принята полихронная, трехэтапная, схема рудообразования. Можно предположить, что ранние прожилково-вкрапленные пирит-арсенипиритовые руды с тонкодисперсным золотом, составляющие около 70% всего золотого потенциала месторождения, также формировались гидротермально-осадочным способом, образуя ареалы в осадочных породах над рудоподводящими каналами. При активизации этих каналов в позднем мезозое зоны прожилково-вкрапленных руд были благоприятным фактором для отложения более поздних — золото-полиметаллических и серебряно-сульфоселевых — парагенезисов в активизированных зонах разломов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Константинов М.М., Косовец Т.Н. Золото-кварцевые месторождения в турбидитах Южной Якутии // Руды и металлы. 1996. № 3. С. 5—20.
2. Константинов М.М., Данковцев Р.Ф., Черкасов С.В. Моделирование глубинных рудоносных структур — перспективное направление металлогенических исследований // Разведка и охрана недр. 2001. № 1. С. 33—36.
3. Месторождение Дуэт-Бриндакит / В.А.Слезко, Е.И.Свининых, Л.Н.Кичигин и др. // Геология золоторудных месторождений Востока СССР. М., 1988. С. 27—48.
4. Нежданинское месторождение / В.М.Яновский, Н.П.Касаткина, А.А.Скобелев и др. // Геология золоторудных месторождений Востока СССР. М., 1988. С. 7—27.
5. Сереброносная провинция Западного Верхоянья / А.В.Костин, А.И.Зайцев, В.В.Шошин и др. — Якутск: СО РАН, 1997.



ГЕОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РУБЦОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ РУД НА РУДНОМ АЛТАЕ*

В.М.Чекалин (ОАО «Сибирьполиметаллы»)

Рассматривается объемное геологическое строение месторождения, уникального по высокому среднему содержанию основных рудных элементов, составу околорудно-измененных пород и простоте структуры. Происхождение сульфидных руд связывается с эксгаляционно-осадочным процессом на дне бассейна в среднем — позднем девоне, а баритового оруденения, наложенного на сульфидное, — с гидротермальным постинтрузивным.

Рубцовское месторождение, обнаруженное В.Ф.Михайловым в 1970 г., — самое западное из всех известных промышленных месторождений одноименного рудного района. Первая предпосылка выделения этого района в качестве самостоятельной металлогенической единицы относится к 1951 г., когда работами Алтайской полиметаллической экспедиции под руководством Д.И.Горжевского в 4 км от с. Таловка был выявлен перспективный на полиметаллическое оруденение участок. Спустя 10 лет буровыми работами Рудноалтайской экспедиции ЗСГУ на территории участка было открыто Степное месторождение с промышленными запасами богатых полиметаллических руд [6]. Рубцовское же месторождение к 1975 г. детально разведано при помощи скважин колонкового бурения, а в начале 90-х годов вскрыто подземными горными выработками на двух горизонтах при строительстве рудника. В процессе скважинной разведки месторождение изучалось И.Г.Чинаковым, А.Я.Дорониным (общее строение и подсчет запасов), А.Д.Строителевым (минералогия руд), Б.Л.Бальтер, В.Б.Чекваидзе, Н.Г.Кудрявцевой, И.З.Исакович (измененные породы), Н.Г.Лукьянской, Л.Н. и Ю.А.Новиковыми, И.Ф.Мясниковым, автором статьи (геохимические ореолы) и др.

Рубцовское месторождение располагается в крупном вулканотектоническом прогибе [1, 10] в пределах тыловой островной дуги на северо-западе Рудного Алтая, с которой связаны Рубцовский и Змеиногорский рудные районы, а на юго-восточном продолжении этой дуги — Лениногорский и Зырянский (В.М.Чекалин, 1999).

В строении месторождения участвуют лавы, лавобрекчии, туфы риолитовых порфиров давидовской свиты верхнеживетского

подъяруса среднего девона и глинистые, известково-, кремнисто-, углисто-глинистые алевролиты, аркозовые песчаники, туфопесчаники, туфы кислого состава нижнекаменевской подсвиты среднего — верхнего девона. Все эти породы прорваны субвулканической интрузией риолитовых и риолит-дацитовых порфиров, внедрившейся в позднедевонское время со стороны центральной части прогиба. Девонские образования с небольшим угловым и стратиграфическим несогласием перекрываются нижнекаменноугольными отложениями бухгарминской свиты, представленными в основании базальными конгломератами, гравелитами, полимиктовыми песчаниками, алевролитами, которые выше резко сменяются известняками и известковистыми алевролитами. Простираение девонских стратифицированных пород северо-восточное по азимуту 55°, падение юго-восточное (145°) под углом 25—30° (рис. 1). На отдельных участках, особенно на северо-восточном фланге, где основная моноклиальная структура осложнена мелкой складчатостью, породы выполаживаются до горизонтального залегания, а иногда принимают обратное (северо-западное) пологое падение, образуя локальные антиклинальные складки. По простиранию же залегание пород ближе к горизонтальному с незначительными изменениями углов (рис. 2).

Рудная зона месторождения тяготеет к нижней части каменевской свиты. Однако околорудно-измененные породы выходят далеко за контур распространения оруденения, особенно его промышленной части. Так, по данным В.Б.Чекваидзе и др. [8], они охватывают вулканиты рудоподстилающей давидовской свиты на полную их мощность. Зональная колонна измененных пород представлена

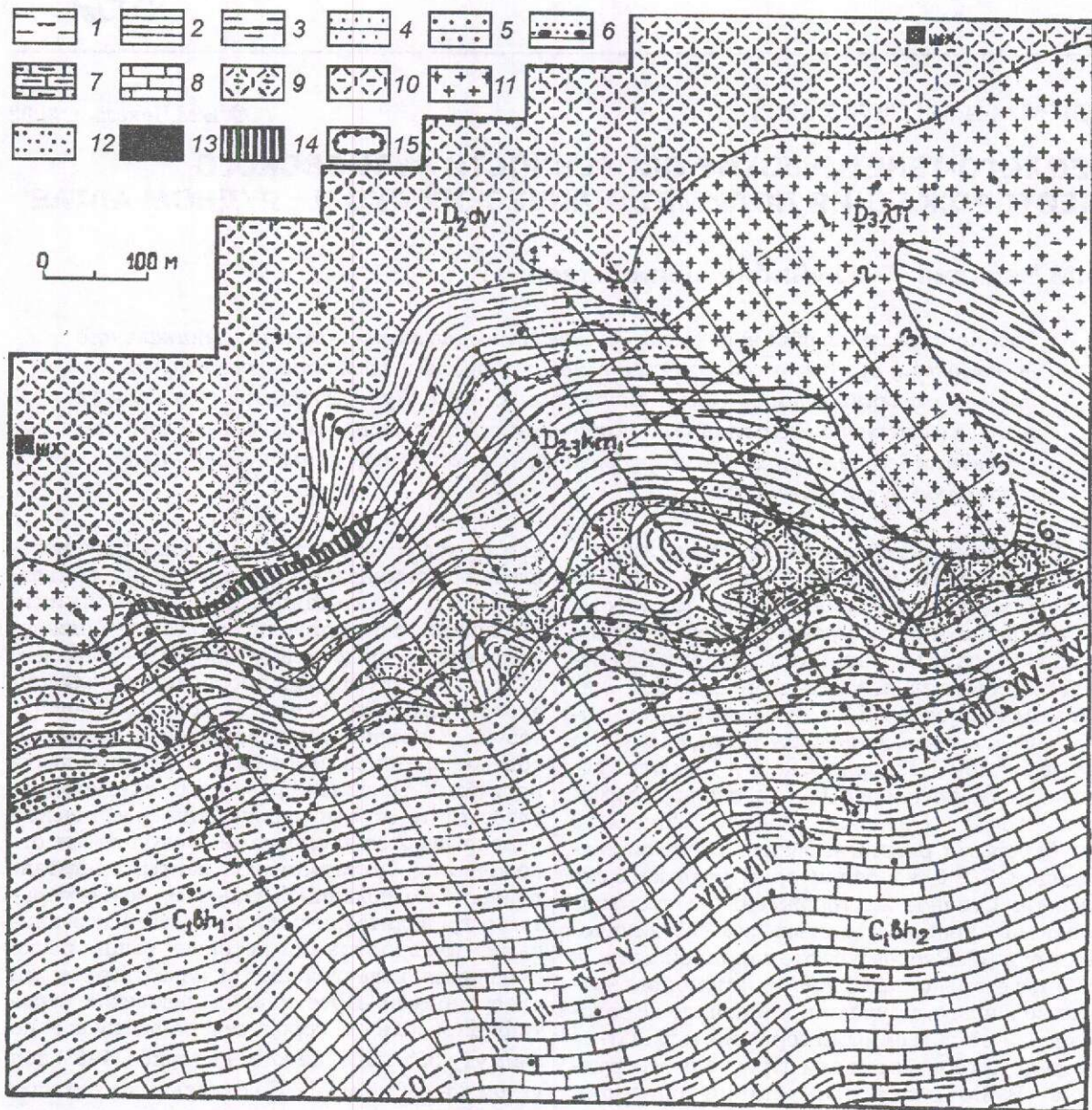


Рис. 1. Геологическая карта Рубцовского месторождения полиметаллических руд, по И.Г.Чинакову (1974) с уточнениями В.М.Чекалина:

1 — глины, суглинки, супеси; 2 — алевролиты, алевропелиты глинистые; 3 — аргиллиты; 4 — песчаники аркозовые тонко-мелкозернистые; 5 — песчаники полимиктовые мелко-среднезернистые; 6 — известковистые конгломераты; 7 — известковистые алевролиты; 8 — известняки; 9 — туфы кислого состава; 10 — лавы, лавобрекчии риолитовых порфиров; 11 — риолитовые, риолит-дацитовые порфиры; 12 — аргиллизиты и аргиллизированные породы; 13 — сульфидные полиметаллические руды; 14 — окисленные полиметаллические руды (на карте и разрезах); 15 — контур рудного тела; C_1bh_2 — верхнебукхарминская подсвита нижнего карбона: известняки, известковистые алевролиты; C_1bh_1 — нижнебукхарминская подсвита: песчаники полимиктовые, гравелиты, конгломераты, алевролиты; D_{2-3km_1} — нижнекаменевская подсвита среднего — верхнего девона: алевролиты, аркозовые песчаники, туфопесчаники, туфы кислого состава; D_{2dv} — давидовская свита среднего девона: алевролиты, аркозовые песчаники, риолитовых порфиров; $D_{3лл}$ — верхнедевонский комплекс субвулканических пород риолит-дацитовых порфиров

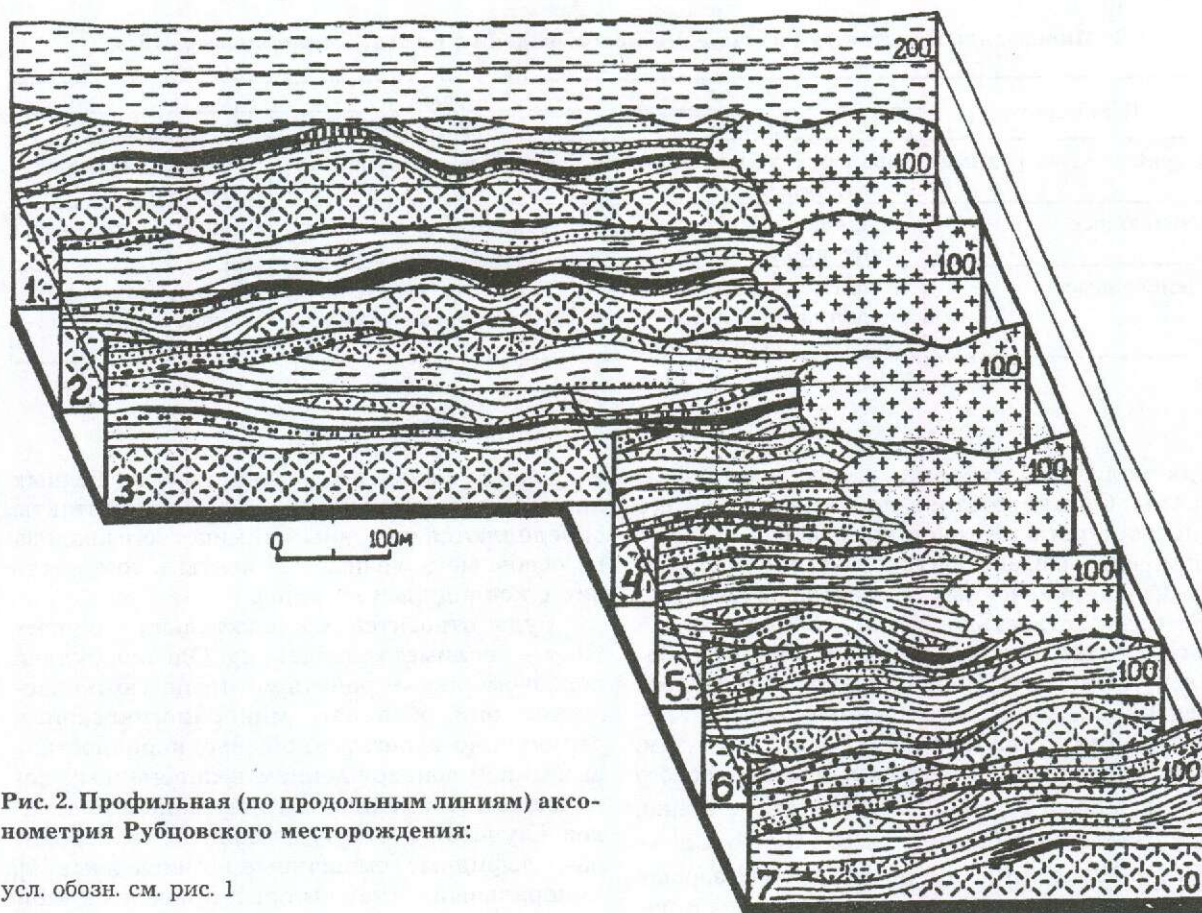


Рис. 2. Профильная (по продольным линиям) аксонометрия Рубцовского месторождения:

усл. обозн. см. рис. 1

(сверху вниз) альбитизированными, хлорит-карбонат-серицит-кварцевыми и серицит-кварцевыми метасоматитами. Особенно интенсивно гидротермальные преобразования первичных пород проявились в нижней части разреза нижнекаменевской подсвиты выше глинисто-кремнистых и кремнистых алевролитов, залегающих в ее основании. По Б.Л.Бальтер, в этой части разреза имеются три зоны метасоматитов осаднения (снизу вверх) — преимущественно хлоритовые, серицитовые породы и аргиллизиты. С этими зонами тесно ассоциируют полиметаллические руды. Например, зона хлоритовых пород, состоящих из магнезиального хлорита, кальцита, гидрослюда и кварца, тяготеет к лежащему боку оруденения. Зона серицитовых пород, представленных в основном серицитом, гидрослюдой и кварцем, проявлена главным образом на уровне этого оруденения. Зона аргиллизитов венчает метасоматическую колонну или на отдельных участках месторождения, по наблюдениям Б.Л.Бальтер, слагает ее полностью. Гидротермальные аргиллизиты преимущественно состоят из галлуазита, гидрослюда и кварца. В зоне окисления галлуазит замещает-

ся каолинитом [1]. Внешне все аргиллизиты представляют собой легко разрушающиеся, особенно во влажном состоянии, белые породы, нередко сохраняющие (по наблюдениям в подземных выработках) следы текстурного рисунка первичных пород (слоистость, пятнистость, брекчиевидность и т.д.). Благодаря такому физическому состоянию и нахождению их преимущественно висячем боку промышленного оруденения эти породы вызывают осложнения в процессе отработки последнего. На необычный для рудноалтайских месторождений глиноподобный облик окolorудных пород обратили внимание в начале их разведки [1, 8]. Подобные образования автор наблюдал в больших объемах в Алжире на сульфидном свинцово-цинковом месторождении Амизур, залегающем в вулканитах риолит-дацитовых порфиров миоцена.

Первичные геохимические ореолы основных рудных и сопутствующих им химических элементов имеют четко выраженное зональное строение и располагаются перпендикулярно к напластованию пород и руд [3, 7]. Вертикальная зональность ореолов выражается более высокой продуктивностью в лежащем боку

1. Минеральный состав руд изучаемого месторождения, по А.Д.Строителю, 1974

Подтипы руд	Минералы		
	главные	второстепенные	редкие
Первично-сульфидные	Сфалерит, халькопирит, галенит, пирит	Блѣклые руды, барит	Борнит, халькозин, ковеллин
Смешанные	Сфалерит, халькопирит, галенит, пирит	Халькозин, ковеллин, англезит, церуссит	Борнит, смитсонит, барит
Окисленные	Куприт, халькозин, самородная медь, англезит, церуссит, малахит, азурит	Тенорит, смитсонит, плюмбозит, гематит	Пирит, сфалерит, халькопирит, хризоколла

меди, молибдена, кобальта, висмута, мышьяка, сурьмы. Однако кобальт при наибольшей его концентрации в лежащем боку образует более обширный, но слабо контрастный ореол висячем. Среди отмеченных элементов более высокой контрастностью обладают молибден и цинк, соответственно в лежащем и висячем боках рудной зоны. Вертикальная зональность подчеркивается и соотношением рудных элементов. Так, отношение Pb/Co в подрудном, рудном и надрудном уровнях геохимического ореола равно $n \cdot 10$, $n \cdot 10^2$ и $5 \cdot 10^2$ соответственно, $Cu^2/Co \cdot Mo$ — $n \cdot 10^2$, $n \cdot 10^3$ и $n \cdot 10^4$, $Cu \cdot Pb/Co^2$ — $n \cdot 10^2$, $n \cdot 10^4$ и $n \cdot 10^5$ и т.д. В составе газовых включений в гидротермально измененных породах количество, например, анионов SO_4^{4-} от подрудной к надрудной зоне уменьшается на 12%, а общая минерализация — в 1,5 раза; растворы подрудной зоны по сравнению с надрудной обогащены углекислым газом и кислородом в 4,5 и 1,4 раза соответственно и т.д. [3]. Обращает на себя внимание необычное поведение в геохимическом ореоле бария, считающегося для подавляющего большинства рудноалтайских месторождений классическим надрудным элементом. Здесь же барий не коррелирует ни с одним из элементов группы рудных [3] и распределяется, по данным Н.Г.Лукианской (1974), одинаково как в подрудной, так и в надрудной частях ореола. Аналогичным образом барий ведет себя и на Степном месторождении [7], где, как нами установлено [5], он наложен в равной степени на доскладчатое полиметаллическое оруденение и складчатую структуру месторождения, т.е. является постскладчатым образованием.

Промышленное оруденение локализовано практически в рудном теле 1, включающем более 99% общих запасов руды и металлов месторождения. Залегание тела с породами согласное (см. рис. 2), его контакты четкие, параллельные полосчатости (слоистости) вмещающих пород и руд. В отдельных случаях

на участке развития в лежащем боку бедных вкрапленных и прожилковых руд контакты определяются по данным химического анализа на основные полезные элементы в соответствии с условиями на руды.

Руды относятся исключительно к одному типу — полиметаллическому. Однако, будучи неравномерно затронутыми процессами окисления, они обладают минералогической и структурно-агрегативной неоднородностью, вызванной сонахождением в переменных количествах гипогенных и гипергенных минералов. С учетом этого руды делятся на первично-сульфидные, смешанные и окисленные [4], минеральный состав которых приведен в табл. 1. Первично-сульфидные руды наиболее распространены на месторождении и являются основной его ценностью. Коэффициент окисленности меди в них не превышает 10%. Преобладают сплошные разновидности руд, реже встречаются вкрапленные, еще реже прожилковые. К сплошным относятся руды с суммарным содержанием сульфидных минералов более 50%. Обычно эта цифра колеблется около 80—90%, в среднем по месторождению она более 50%. Данные руды в основном тяготеют к средней — верхней (по мощности) части рудного тела. По структуре они преимущественно мелкозернистые, по текстуре — массивные, пятнистые, на отдельных участках слоистые (полосчатые), иногда брекчиевидные. Слоистая (полосчатая) текстура обусловлена чередованием слоев пиритового, пирит-халькопиритового и галенит-сфалеритового составов мощностью от долей до нескольких сантиметров. Контакты между слоями чаще четкие (резкие). Вкрапленные руды, содержащие сульфиды менее 50%, развиты, как правило, в нижней (по мощности) части рудного тела и нередко на выклинке его по латерали. По структуре они средне-мелкозернистые, вкрапленность во вмещающих хлорит-кварц-серицитовых и аргиллизированных породах весьма

неравномерная — от гнезд, густой сыпи до единичных зерен минералов. В прожилковых разностях количество сульфидов также меньше 50%, чаще — первые десятки процентов. Жильными минералами в них являются кварц, кальцит, барит. Последний на юго-востоке месторождения, не имея промышленной ценности, представляет барит-полиметаллическую разновидность руд.

Смешанные руды отличаются от первично-сульфидных повышенным количеством вторичных сульфидов меди, относительная доля которых не превышает 25%. По А.Д.Строителю, такие руды отвечают продуктам начальных стадий окисления первичных сульфидов, когда происходит в основном дезинтегрирование рудных агрегатов лишь с частичным изменением их свойств, о чем свидетельствует относительная их выдержанность. Смешанные руды возникли в результате неравномерного гипергенного преобразования сульфидных руд всех разновидностей (сплошных, вкрапленных, прожилковых). Они развиты в пределах всего рудного тела, хотя некоторое увеличение их количества отмечается от нижней (по падению) к верхней (по восстанию) его части. Среди смешанных руд, представляющих в основном не подвергшуюся или слабо подвергшуюся физико-механическим преобразованиям массу, выделяются дезинтегрированные разности, делящиеся на сажисто- и глиноподобные руды, которые в целом на месторождении не имеют большого распространения. Сажисто- и глиноподобные руды отличаются по местоположению в рудном теле, составу и цвету. Первые из них приурочены к сплошным первично-сульфидным рудам, имея с ними практически одинаковые содержания рудных компонентов, и характеризуются черным (сажистым) цветом. Вторые тяготеют к вкрапленным сульфидным рудам. Сумма сульфидов в них не превышает 40%, вмещающая рудные минералы масса светло-серого (до белого) цвета состоит из каолинита с примесью гидрослюд, галлуазита, монтмориллонита.

Окисленные руды на месторождении развиты ограниченно (менее 1%). Они вскрыты отдельными скважинами на западно-северо-западном фланге рудного тела, на выходе его на эрозионный срез. По А.Д.Строителю [4], руды отвечают продуктам подзоны оксидного обогащения и характеризуются отчетливо выраженным медно-свинцовым профилем минерального состава (см. табл. 1), когда преобладают различные минеральные формы меди и свинца при ограниченном развитии цинкосодержащих минералов.

Основные рудные элементы (медь, свинец, цинк) в рудах месторождения распределяются равномерно, о чем свидетельствуют соответствующие коэффициенты вариаций (31, 26, 27). По результатам химических анализов (393) нами установлено следующее их распределение по мощности и латерали основного рудного тела. В смешанных и первично-сульфидных рудах медь, свинец и цинк по мощности тела имеют неравномерное (зональное) размещение. Выделяются три уровня (нижний, средний, верхний) с различным содержанием и соотношением этих элементов (табл. 2). При этом следует заметить, что трехуровневая, т.е. полная, зональность отмечается не во всех пересечениях рудного тела. Она выявлена в восьми случаях из 66. Обычно же зональность рудных интервалов неполная и отвечает рудам одного или двух уровней, известных по рудным интервалам с полной зональностью (рис. 3). Кроме того, четырьмя скважинами установлено частичное сдвоение зонального разреза рудного интервала, где руды верхнего (3 случая) и среднего (1 случай) уровней находятся под рудами нижнего. Нижний уровень представлен преимущественно медно-цинковыми, средний — медно-свинцово-цинковыми, верхний — свинцово-цинковыми рудами (см. табл. 2, рис. 4). В среднем по рудному телу от нижнего уровня к верхнему наблюдается уменьшение относительного содержания меди и увеличение свинца и цинка. В отдельных случаях в поведении отдельных элементов известны отклонения от этого общего правила. Так, в единичных пересечениях относительное содержание цинка в этом направлении падает. Основные (около 60%) запасы свинца и цинка в рудном теле связаны с рудами среднего уровня (руды этого уровня и по содержанию полезных элементов более богаты), остальные 40% запасов, разделившись практически поровну, отвечают рудам нижнего и верхнего уровней. Медь почти одинаково (по 46%) распределяется между нижним и средним уровнями, а на долю верхнего приходится около 8%.

Окисленные руды в основном двухкомпонентны, содержание меди в них 15,5%, свинца 1,5%. Они определены по 16 пробам в единичных скважинах. По семи пробам выявлены переходные разности между смешанными и окисленными рудами, в которых, хотя и повышено содержание цинка (14,24%), обогащение медью (7,65%) и свинцом (9,17%) уже явное.

Распределение меди, свинца и цинка по латерали рудного тела в целом равномерное. Свинец с цинком имеет более высокую коррелируемость, чем медь со свинцом и цинком. Характерны повышенное содержание всех рассматрива-

2. Распределение меди, свинца, цинка в первичных и смешанных рудах по мощности тела 1

Уровни	Пробы		Содержание, %										Соотношение Cu:Pb:Zn			Запасы, %		
	Число	Общая длина, м	абсолютное					относительное					Cu	Pb	Zn	Cu	Pb	Zn
			Cu	Pb	Zn	Σ	Cu	Pb	Zn	Σ								
											Σ	Cu						
Верхний (В)	90	72,2	1,5	6,23	10,66	18,39	8,1	33,9	58,0	100	1	4,2	7,1	7,7	22,3	20,8		
Средний (С)	161	140,4	4,65	8,69	15,57	28,91	16,0	30,1	53,9	100	1	1,9	3,3	45,8	60,5	59,1		
Нижний (Н)	119	103,9	6,37	3,34	7,18	16,9	37,8	19,8	42,8	100	1	0,5	1,1	46,5	17,2	20,1		
Всего (В+С+Н)	370	316,5	4,5	6,37	11,7	22,57	20,0	28,2	51,8	100	1	1,4	2,6	100	100	100		
В том числе по рудным пересечениям с полной зональностью	65	49,3	4,84	7,91	13,62	26,37	18,4	30,0	51,6	100	1	1,6	2,8	16,7	19,3	18,1		

емых элементов в средней широтно ориентированной полосе рудного тела и наиболее высокое их содержание на отдельных участках, тяготеющих к его выклиниванию в южном и реже северном направлениях. Повышенные содержания свинца и цинка по сравнению с медью относительно широтной полосы рудного тела смещаются в этих же направлениях. Самые высокие значения продуктивности по всем элементам, особенно по меди, также отмечены в области этой широтной полосы.

На генезис месторождения существуют две точки зрения. По одной из них оно представлено вулканогенно-гидротермально-осадочным продуктом среднедевонского вулканизма, образовавшимся до внедрения субвулканической интрузии риолитовых и риолитацитовых порфиров позднедевонского возраста [9], по другой — его формирование происходило после внедрения этой интрузии [8]. Главными признаками, подтверждающими первую точку зрения, являются: согласно залегающие с вмещающими породами рудные тела с параллельным положением их контактов, особенно верхнего, и полосчатости (слоистости) в породах и рудах; наличие вертикальной зональности в строении гидротермально измененных пород, геохимических ореолов и в распределении рудообразующих элементов в рудном теле; отсутствие на месторождении дайковых образований; абсолютный возраст рудовмещающих серицитолитов 342—384 млн. лет (по калий-аргоновому методу датирования), отвечающий среднему — позднему девону; наличие обломков сплошных и вкрапленных полиметаллических и серно-колчеданных руд, рудовмещающих кварц-серицитовых метасоматитов и подрудных кремнистых алевролитов в надрудных песчаниках и т.д. И.Г. Чинаков, впервые обнаруживший на месторождении рудокласты, отмечает, что «структурный рисунок руд срезается границами обломков», а «зональное строение некоторых обломков объясняется вторичными процессами» [1, с. 99]. Им же установлено, что содержащие рудокласты песчаники пересекаются прожилками барита мощностью до 5—10 см. При этом «при срезании баритовыми жилами границ обломков сливных полиметаллических руд в последних появляется зона перекристаллизации шириной до 2 мм» [1, с. 98]. Этот весьма важный факт свидетельствует о том, что барит не связан с сульфидообразующим процессом. Подобные взаимоотношения барита и руд наблюдались автором на месторождении Степное, где однозначно установлено, что барит, заполнивший вертикальную складчатую трещину мощностью до нескольких метров, наложен на слив-

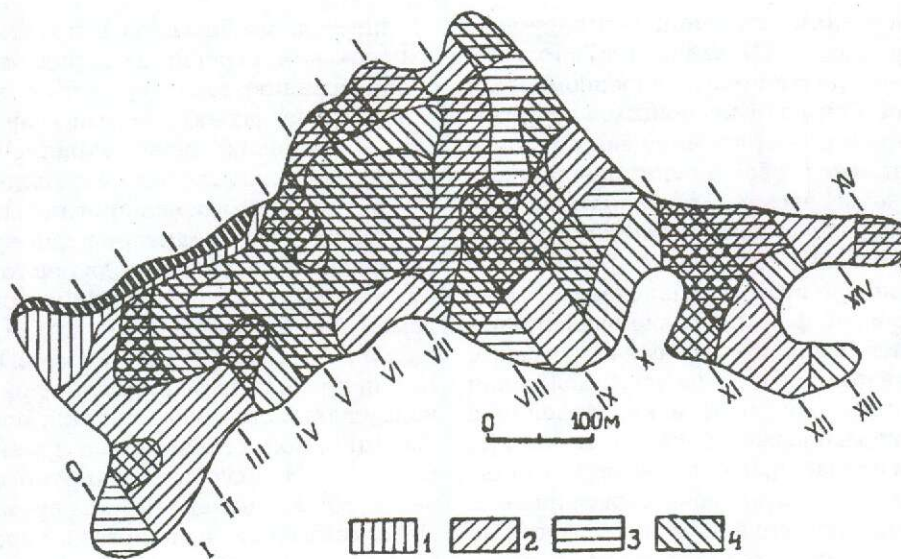


Рис. 3. Распределение разновидностей руд по латерали рудного тела 1:

1 — окисленные свинцово-медные; 2 — верхние (по мощности рудного тела) свинцово-цинковые; 3 — средние медно-свинцово-цинковые; 4 — нижние медно-цинковые (цинково-медные); остальные усл. обозн. см. рис. 1

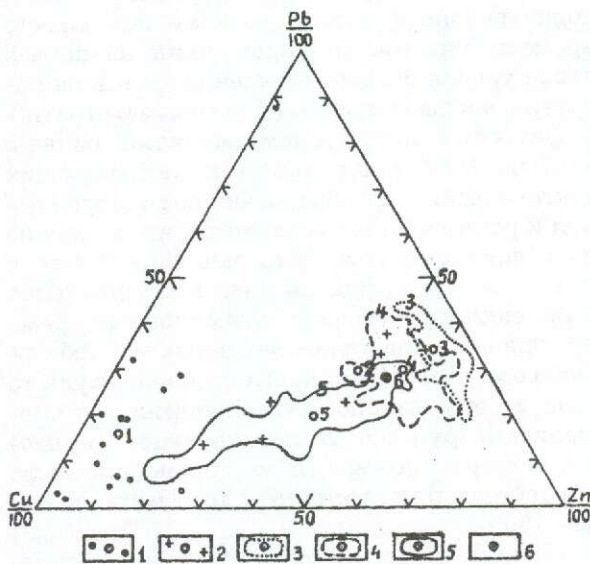


Рис. 4. Баричесентрическая диаграмма относительных содержаний меди, свинца, цинка в рудном теле 1 Рубцовского месторождения:

отдельные пробы и их результирующая окисленных (1) и «переходных» сульфидно-оксидных (2) руд; контуры основного количества проб и фигуративные точки руд: 3 — верхнего (по мощности тела), 4 — среднего, 5 — нижнего уровней; 6 — фигуративная точка по всем пробам смешанных и сульфидных (кроме окисленных и переходных) руд

ные полиметаллические руды и структуру месторождения [5]. Такой барит в отличие от синсульфидного барита на Змеиногорском и Зареченском месторождениях стерилен в отношении благородных металлов.

Главным доказательством постинтрузивного происхождения месторождения традиционно считается наличие послойных срывов в потенциально рудовмещающих породах, которые затем становятся как бы «ловушками» рудного вещества. Такие «зияющие межпластовые разрывы», по В.Б.Чекваидзе и др. [8], были выявлены и на Рубцовском месторождении. Однако с тезисом, что «главная часть массивных руд месторождения образована путем выполнения открытых полостей» [8, с. 81], трудно согласиться. Образование отслоений (открытых полостей) возможно лишь при интенсивных в основном пликативных деформациях в замковых частях складок. В слабонаклонной моноклинально лежащей структуре описываемого месторождения это практически невозможно. Наблюдающиеся же на месторождении зоны срыва, дробления, милонитизации, малоамплитудного смещения и т.п. в породах и рудах — результат пострудных слабо проявившихся складчатых процессов. Здесь месторождение, т.е. его рудная зона, стало причиной складчатости, а не наоборот.

Подобное нами установлено на хорошо изученном по скважинам и подземным горным выработкам месторождении Степное и примените-

льно к его условиям залегания подтверждено экспериментально (В.М.Чекалин, 1987). Рудный объект, характеризующийся неравномерным распределением резко отличающихся по физико-механическим свойствам вмещающих пород и руд, представляет собой анизотропный участок земной коры, весьма благоприятный для возникновения разного рода деформаций по направлению сжимающих усилий. Рубцовское месторождение при этом не исключение. Кроме того, маловероятно формирование вышеприведенной вертикальной зональности в рудном теле при образовании его «на пути движения минерализующих растворов в направлении с востока на запад в плоскости рудной залежи» [8, с. 79]. В таком случае проявляется горизонтальная зональность, т.е. в направлении движения растворов по пласту, что в действительности не наблюдается. Что касается гидротермально измененных пород и геохимических ореолов в надрудной части месторождения, то они не могут относиться только к наложенному оруденению. Они могут развиваться и на месторождениях с вулканогенно-гидротермально-осадочным оруденением, поскольку поступление гидротермальных растворов из рудно-магматического очага не прекращается с завершением рудоотложения на дне водного бассейна. Оно продолжается и при накоплении захоранивающих оруденение осадков, которые химически преобразуются, и в них иногда в небольших количествах отлагаются те же рудные элементы, возможно, мобилизованные из ранее образованных руд.

Все сказанное свидетельствует о гидротермально-вулканогенно-осадочном сульфидоотложении на месторождении и позволяет представить следующую схему его формирования. После прекращения активного эсплзивно-эруптивного вулканизма, в результате которого образовалась толща лав, лавобрекчий и туфов кислого состава давидовской свиты, началась активная фумарольно-гидротермальная деятельность, сопровождающаяся отложением терригенных и меньше пирокластических материалов. Вначале под воздействием газогидротермальных растворов, поступающих на участке будущего месторождения по широко ориентированной тектонически ослабленной зоне, вероятно, наклоненной от центра вулканотектонической депрессии в южном направлении, происходит переработка вулканитов давидовской свиты и перекрывающих их осадочных пород с образованием зональных метасоматитов. Следующие порции гидротермальных растворов, насыщенные специфическим для региона набором химических элементов, отлагали свой полезный груз

на дне водного бассейна в нелигифицированных осадках и трещинах пород, что приводило к образованию тонкозернистых, нередко слоистых (полосчатых) с вертикальной зональностью сплошных, реже вкрапленных и еще реже прожилковых полиметаллических руд.

В условиях проявления повышенной сейсмичности, что характерно для вулканически активных областей, и подводного выветривания в надрудных отложениях появлялись обломки полиметаллических руд и подстилающих их кремнистых алевролитов. Гидротермальный процесс продолжался и при накоплении надрудной толщи как до, так и после ее литификации, но в основном без привноса рудного вещества. Это особенно заметно в ее нижней части, где в позднедевонское время после слабой складчатости и внедрения с восточно-северо-восточной стороны риолитовых и риолит-дацитовых порфиров, сменяющихся в северо-восточном направлении к центру вулканотектонической депрессии плагиогранит-порфирами, произошло образование барита в виде прожилков, предварительно проявившихся в аналогичной форме и среди полиметаллических руд стратиформного тела. С конца позднефранского до каменноугольного времени участок месторождения находился выше уровня осадконакопления. Затем он погрузился и был перекрыт с угловым и стратиграфическим несогласием осадками раннего карбона. Не останавливаясь на последующих тектонических преобразованиях месторождения и региона в целом, отметим, что в одну из последних фаз горообразования на Алтае в раннем миоцене рудная зона месторождения была выведена на уровень эрозионного среза, что привело к разрушению, вероятно, небольшой северо-западной части основного рудного тела и образованию зоны окисления со смешанными рудами. В последующем, в неоген-четвертичное время, месторождение было погребено под толщей глин мощностью 80—100 м.

Итак, Рубцовское месторождение полиметаллических руд с баритовой минерализацией в соответствии с генетической классификацией Д.И.Горжевского, Г.Ф.Яковлева и др. [2] можно отнести к группе вулканических полигенных месторождений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бальтер Б.Л., Чинаков И.Г. Гидротермальная аргиллизация рудовмещающих пород на Рубцовском месторождении // Тр. ЗСОВМО. 1977. Вып. 4. С. 85—93.
2. Горжевский Д.И., Яковлев Г.Ф., Демин Ю.И., Крейтер И.В. Генетические типы полиметалли-

- ческих месторождений Рудного Алтая // Изв. вузов. Сер. Геология и разведка. 1975. № 9. С. 8—17.
3. Новикова Л.Н., Новиков Ю.А. Параметры гидротермальных растворов геохимических ореолов Рубцовского полиметаллического месторождения // Изв. вузов. Сер. геология и разведка. 1987. № 8. С. 54—60.
 4. Свешников В.Л., Строителев А.Д. Особенности строения и состава Рубцовского полиметаллического месторождения (Рудный Алтай) // Мат-лы по геохимии, петрографии и полезным ископаемым Западной Сибири. Томск, 1981. С. 46—49.
 5. Чекалин В.М. Геолого-генетическая модель полиметаллических месторождений Таловского рудного поля // Генетические модели эндогенных рудных формаций. Новосибирск, 1983. Т. 2. С. 87—95.
 6. Чекалин В.М. К 50-летию Алтайской полиметаллической экспедиции // Руды и металлы. 2000. № 1. С. 83—88.
 7. Чекалин В.М., Мясников И.Ф., Кочуркова Л.И. Применение геохимических методов при поисках скрытопогребенных месторождений полиметаллических руд на примере Рубцовского рудного района // Геохимические методы поисков глубокозалегающих рудных месторождений. Новосибирск, 1980. С. 69—76.
 8. Чекваидзе В.Б., Кудрявцева Н.Г., Исакович И.З., Бакуев Н.С. Условия формирования метасоматитов и руд Рубцовского месторождения на рудном Алтае // Геология рудных месторождений. 1978. № 2. С. 71—82.
 9. Чинаков И.Г. О рудных обломках на Рубцовском месторождении (Рудный Алтай) // Геология рудных месторождений. 1976. № 6. С. 96—100.
 10. Чинаков И.Г., Беллев А.П. Основные черты геологического строения Рубцовского месторождения Рудного Алтая // Новые данные по геологии и полезным ископаемым Западной Сибири. Томск, 1973. Вып. 8. С. 3—8.

УДК 550.84:553.411 (575.1)

© Р.И.Конеев, Ю.Л.Гертман, Е.Н.Игнатикив, 2002

МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КЫЗЫЛАЛМАСАЙСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО ПОЛЯ

**Р.И.Конеев (НУУз), Ю.Л.Гертман (ГПП «Шаркий Узбекистон»),
Е.Н.Игнатикив (ИГиГ РУз)**

По геохимическому анализу гравикоцентрированных проб с широким использованием микронзондовых определений охарактеризовано золотое оруденение Кызылалмасайского рудного поля (Узбекистан). Выделены три рудные формации — золото-мышьяковая, золото-теллуровая и золото-серебряная, представленные стандартными для вулканических областей структурно-вещественными ассоциациями. Геохимическая связь золота и серебра с Se, Te, As, Sb, Bi отражается в их микропарагенезисах, что может быть использовано при оценке эрозионного среза рудных участков, их продуктивности и технологических свойств руд.

Кызылалмасайское золоторудное поле расположено в юго-западных отрогах Чаткальского хребта и входит в состав Кураминской зоны Бельтау-Кураминского вулканоплутонического пояса Западного Тянь-Шаня (рис. 1).

Отличительные особенности геологического строения и металлогении Кураминской зоны обусловлены широким проявлением позднепалеозойского вулканизма и связанного с ним разнообразного промышленного оруденения — свинцово-цинкового, медно-молибденового, редкометалльного, эпitherмального золото-серебряного и др. Широкою известность имеют во многом уникальные золото-серебряные месторождения Кочбулак, Кайрагач, Кызылалма, Чадак, Каульды. Золоторудные поля тя-

готеют к вулканотектоническим грабенам субширотного простирания, являющимся рифтообразными структурами, возникшими вдоль зон глубинных разломов. Ведущую рудоконцентрирующую роль играют меридиональные скрытые разломы фундамента, узлы пересечения которых с грабенами контролируют размещение центров вулканической деятельности (субвулканы, экструзии, некки) и определяют положение золоторудных полей. Золото в регионе относится к «сквозным» элементам, но продуктивные его проявления связаны с породами среднего и основного вулканизма трех этапов: 1) раннемосковским (андезитовая формация); 2) средне-позднекаменноугольным (дацит-андезитовая формация; 3)

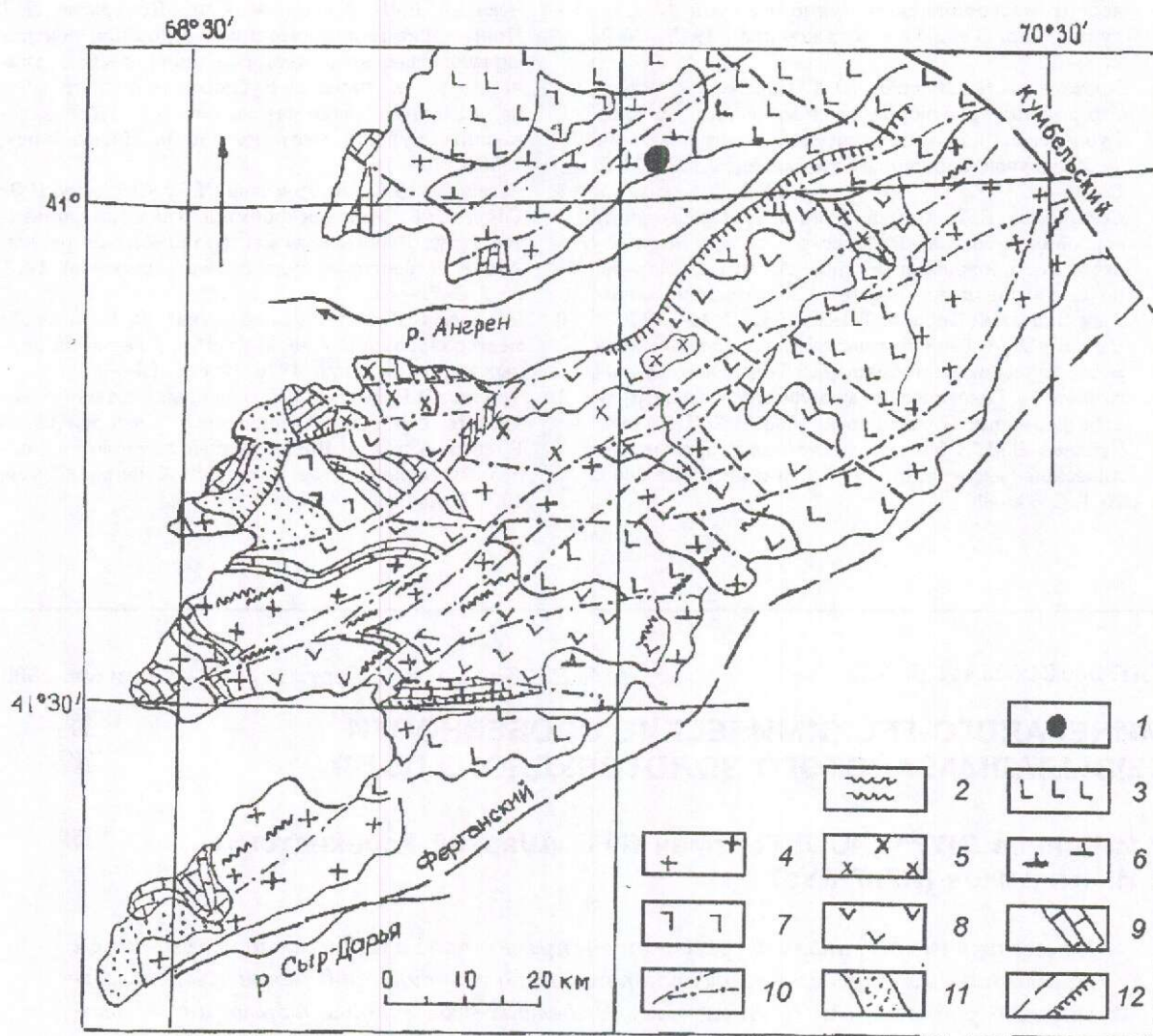


Рис. 1. Схематическая геологическая карта Кураминской рудной области, по В.А.Коваленкеру и др., 1997:

1 — месторождение Кызылалмасай; 2 — дайковые пояса; 3 — породы позднекаменноугольного — раннепермского вулканоплутонического пояса; 4 — граниты, гранодиориты, диориты карамазарского типа; 5 — гранит-порфиры; 6 — андезитодациты, кварцевые порфиры, их туфы, C_{2-3} ; 7 — гранодиорит-порфиры, гранит-порфиры, O-S; 8 — вулканиты, C_2 ; 9 — карбонатные породы, D_2-C_1 ; 10 — региональные разломы; 11 — сланцы, роговики, спилиты; 12 — глубинные разломы

раннепермским (трахибазальт-трахиандезитовая формация) [1, 6, 7]. К этим же этапам вулканизма приурочено формирование трех рудных формаций, характерных для многих вулканогенных поясов мира [7, 9]:

золото-мышьяковой в отрицательных структурах (грабенах, депрессиях) в виде протяженных жильных, прожилково-вкрапленных зон с кварцем, карбонатом, мышьяковистым пиритом, тонкокристаллическим арсено-

пиритом, тонкодисперсным золотом. Au-S-As геохимический парагенезис;

золото-теллуровой в локальных вулканотектонических структурах в связи с субвулканическими телами, эксплозивными брекчиями. Пологие, секущие и трубчатые кварц-карбонат-барит-сульфидные тела с блеклыми рудами, минералами полиметаллической группы, теллуридами Au, Ag, Pb, Sb, Bi, Hg, сульфоселенидами Bi, Pb, сульфостаннатами Cu, Fe,

высокопробным золотом (800—1000). Au-Te-Ag-Bi-Se-Pb-Sb-As-Zn-Hg-Sn геохимический парагенезис;

золото-серебряной в положительных структурах (клиновидных блоках фундамента, горстах, антиклиналях и др.). Жильные, прожилково-вкрапленные зоны с кварцем, карбонатом, мышьяковистым, никелистым пиритом, фрейбергитом, интерметаллидами, простыми и сложными сульфидами, селенидами, селено-теллуридами серебра, электрумом, кюстелитом. Au-Ag-Se-Te-Sb-As геохимический парагенезис.

Промышленную ценность составляют месторождения с минерализацией золото-теллуровой и золото-серебряной формаций. Золото-мышьяковая — в регионе чаще всего не промышленная, но во многом определяет масштабы месторождений и рудных полей, являясь источником рассеянного тонкодисперсного золота, мобилизуемого при совмещении с минерализацией более поздних формаций. Обычно она отделена от них этапом внедрения даек фельзитов, кварцевых порфиров, диабазов.

Изучением геологии Кызылалмасайского рудного поля занимались О.В.Белоplotова, М.О.Сулейманов (1969), Н.А.Ерохин, Н.Ф.Рафиков (1985), В.В.Поморцев (1997) и др. В региональном плане данное рудное поле приурочено к узлу пересечения полигенного Шаваз-Дукентского грабена меридиональным Дукент-Гушсайским глубинным разломом [1, 3, 6, 7]. Шаваз-Дукентский грабен вытягивается в субширотном направлении по правобережью р. Ангрен на 40 км при ширине 10—12 км. Выполнен вулканитами андезитовой и дацит-андезитовой формаций, залегающих на глубоко размытом фундаменте, сложенном сланцами раннего силура, карбонатными породами девона, вулканитами среднего палеозоя и гранитоидами. В центральной части осложнен горстообразным поднятием, которое выделяется по выходам гранитоидов. Многочисленные продольные и поперечные разломы обусловили блоковое строение грабена. Дукент-Гушсайский глубинный разлом относится к категории сквозных рудоконцентрирующих, прослежен на расстояние до 400 км при ширине 10—12 км. На поверхности представлен серией субпараллельных трещин. Заложен в допалеозойском фундаменте, основная активизация происходила в среднем карбоне и перми.

Кызылалмасайское рудное поле занимает центральную и восточную части Шаваз-Дукентского грабена. На его площади установлено несколько десятков проявлений золотого оруденения, наиболее важными объектами являются участки Центральный (собственно месторожде-

ние Кызылалмасай), Самарчук, Междуречье, Чумаук и Северо-Западный (рис. 2).

Месторождение Кызылалма приурочено к тектоническому блоку измененных пород с жильной и прожилково-вкрапленной минерализацией, приподнятому на 400—500 м. Выделяется Главная рудоносная зона — крутозалегающее, субширотное ориентированное чечевицеобразное тело протяженностью 1000—1200 м и мощностью 250—300 м, состоящее из нескольких убого-, малосульфидных кварц-карбонатных рудных тел. Вмещают оруденение серицит-хлоритовые сланцы, граниты, дайкообразные тела кварцевых диоритов, сиенито-диоритов, фельзитов (рис. 3, а). Промышленные залежи золото-серебряной формации выделяются в виде гнезд, просечек, часто в виде каемок вокруг обломков пород или по зальбандам кварц-карбонатных прожилков (рис. 4, а). Для верхних уровней месторождения характерен колломорфно-ритмично-полосчатый коричневый до черного кварц без сульфидов, но обогащенный сурьмой (см. рис. 4, б).

Месторождение Самарчук приурочено к южной ветви Карабауского разлома, служащей границей раздела гранитоидов фундамента и вулканогенного чехла (см. рис. 2). Представляет собой межформационное тело интенсивно окварцованных, дробленых пород, сопровождаемое дайкой фельзитов и трещинными телами взрывчатых брекчий (см. рис. 3, б). Руды кварц-карбонатного состава с мало- и умеренносульфидной минерализацией золото-теллуровой формации образуют гнезда или колломорфно-полосчатые сульфидно-теллуридные агрегаты (см. рис. 4, в).

Для рудного поля характерно многообразие форм кварц-сульфидных тел: секущие, согласные, сложные и контактовые. Распределение золота в них неравномерное, чаще всего в виде обогащенных рудных столбов и слабозолотоносных участков. Как и в целом по Чаткало-Кураминскому региону, формированию золото-теллугового и золото-серебряного оруденения предшествует образование кварц-пиритовой минерализации золото-мышьяковой (Au-S-As) формации. Здесь она представлена Минерализованной Зоной (по Н.Ф.Рафикову), протягивающейся на 10 км от участка Северо-Западный до участка Чумаук по Кызылалмасайскому и Карабаускому разломам (см. рис. 2). Зона сложена гидротермально измененными породами мощностью до 200—250 м с многочисленными жилами, прожилками, линейно вытянутыми участками окварцевания с убогосульфидной пиритовой минерализацией. Среди гидротермальных метасоматических образований различаются дорудные про-

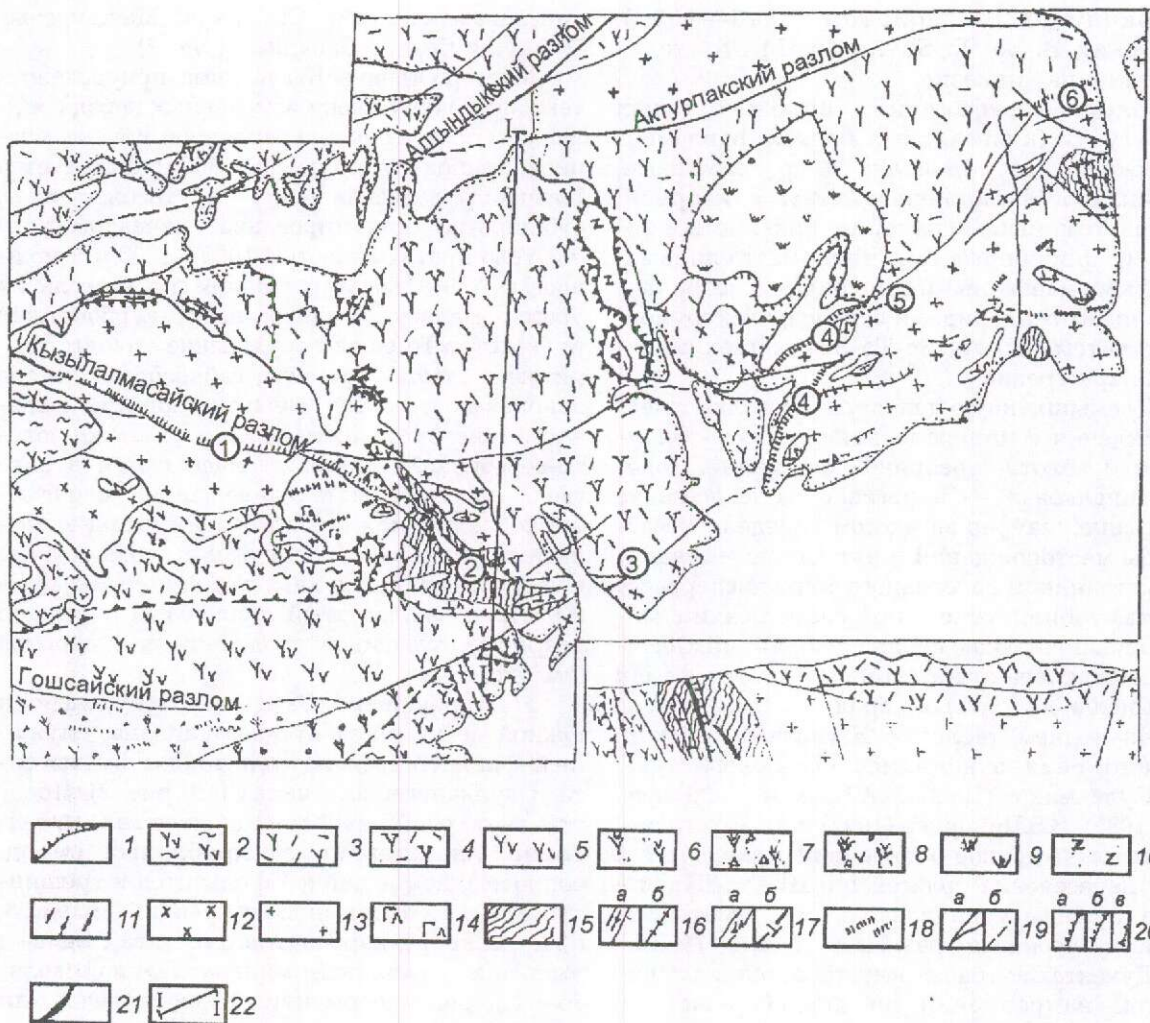


Рис. 2. Схема геологического строения Кызылалмасайского рудного поля, по Н.Ф.Рафикову и др., 1995:

1 — выходы палеозойских пород; 2 — игнимбриты андезитов; 3 — туфы андезитов; 4 — туфы трахиандезитов; 5 — андезитодациты; 6 — андезиты; 7 — автомагматические брекчии андезитов; 8 — автомагматические брекчии андезитоадацитов; 9 — дациты; 10 — трахибазальты; 11 — риолиты; 12 — двуслюдяные граниты; 13 — гранит-порфиры; 14 — габбро-диориты; 15 — сланцы; дайки (а — в масштабе, б — вне масштаба); 16 — фельзитов, 17 — сиенито-диоритов; 18 — кварцевые жилы; 19 — разломы (а — прослеженные, б — предполагаемые); 20 — фации вулканитов (а — жерловая, б — экструзивная, в — субвулканическая); 21 — рудные тела; 22 — линия разреза; участки: 1 — Северо-Западный, 2 — Центральный Кызылалмасай, 3 — Междуречье, 4 — Самарчук, 5 — Чумаук II, 6 — Чумаук I

пилиты, вторичные кварциты, сопряженные с рудным процессом аргиллизиты.

Изучением минералого-геохимических особенностей месторождений рудного поля занимались Р.П.Бадалова (1971, 1977, 1985), М.Д.Увадьев (1975), Д.У.Ермекбаева (1980), Г.Ш.Рашидова (1974), А.С.Бадалов (1983), В.Р.Аширматова (1985), В.А.Коваленкер (1985, 1995), А.А.Кременецкий (1997), авторы статьи (1975, 1985, 1995) и др. Новизна представляемых материалов заключается в широком испо-

льзовании микроаналитических комплексов Jeol JXA Superprobe-8800R и MS-46 «Cameca» при исследовании руд от горизонта 1200 м до горизонта 750 м.

Набор ведущих рудосоставляющих минералов практически на всех золоторудных проявлениях одинаков. По данным анализа технологических и бороздовых проб содержание кремнезема колеблется от 65 до 95%, глинозема от 15 до 3%; количество CaO, K₂O, как правило, больше MgO и Na₂O. Отношение Au:Ag в

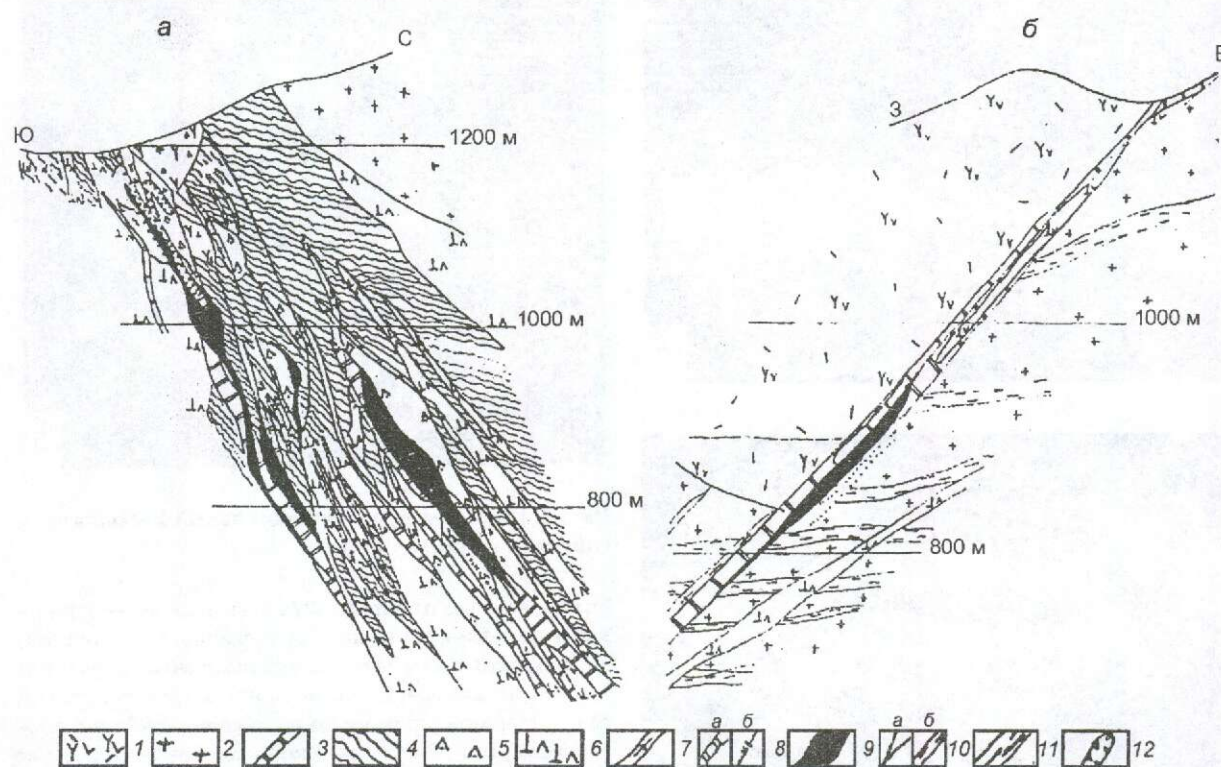


Рис. 3. Геологические разрезы месторождений Кызылалма (а) и Самарчук (б), по Н.Ф.Рафикову и др., 1995:

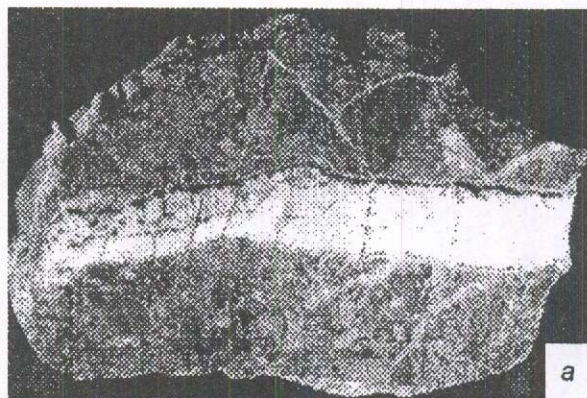
1 — туфы андезитов; 2 — граниты; 3 — эксплозивные брекчии; 4 — сланцы, гранодиориты, диориты карамазарского типа; дайки: 5 — кварцевых диоритов, 6 — сиенито-диоритов, 7 — фельзитов; 8 — кварцевые жилы (а) и прожилки (б); 9 — рудные тела; 10 — разломы (а), зоны дробления и милонитизации (б); 11 — зоны рассланцевания; 12 — древние горные выработки

районе составляет 1:10, на Кызылалме отклоняется до 1:(30—40), на Самарчуке до 5:1. Содержние Se, Te преимущественно в пределах первых граммов на 1 т, на Самарчуке иногда повышается до первых десятков граммов на 1 т, причем теллур всегда преобладает. На некоторых участках месторождения Самарчук концентрация Cu, Pb, Zn достигает 1—2%, Cd — 0, n%. В отдельных пробах из горизонта шт. 2-бис (верхние уровни) месторождения Кызылалма установлено до 0, n% Mo. Нерудные минералы — кварц, анкерит, кальцит, сидерит, барит, серицит, гидрослюды, каолинит, микроклин; рудные — пирит, арсенопирит, халькопирит, галенит, блеклые руды, сфалерит. Количество трех последних увеличивается в рудах на месторождении Самарчук и с глубиной — на Кызылалме. В такой же последовательности растет степень сульфидности руд — от убогой до умеренной.

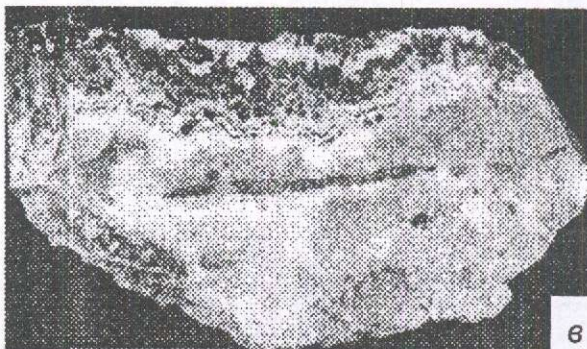
Отчетливым типоморфным признаком разного оруденения является состав блеклых

руд месторождений Кызылалма (Au-Ag) и Самарчук (Au-Te). На первом это тетраэдрит с переходом к фрейбергиту, чаще с отношением Fe:Zn > 1 (табл. 1). На Самарчуке картина сложнее. Здесь обнаружены Ag-тетраэдриты и фрейбергиты, связанные с локальным проявлением на верхних горизонтах минерализации Au-Ag формации, Ag-теннантиты с содержанием Ag редко достигающим 2% и Bi-теннантиты, фактически аннивиты. Se и Te, отмечаемые в блеклых рудах обоих месторождений, на Кызылалме в повышенных концентрациях характерны для Ag-тетраэдритов и фрейбергитов относительно глубоких горизонтов, как и Zn, постоянно превалирующий над Fe в блеклых рудах Самарчука.

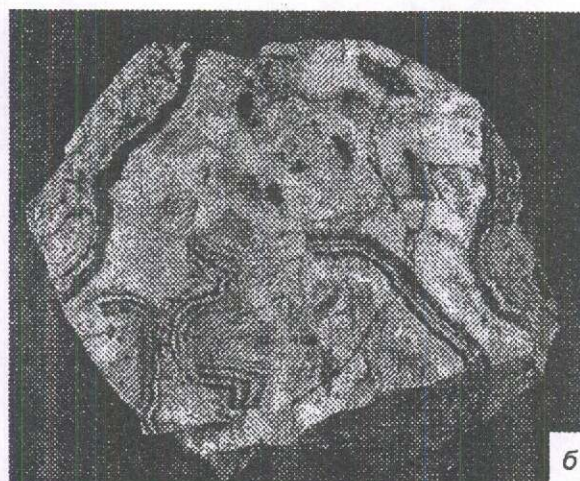
Самородное золото месторождений Кызылалма и Самарчук четко отличается по составу. Но прежде отметим, что доминирующий размер золотин в рудах без учета формационной принадлежности относится к пылевидному и очень мелкому классам (<0,1—0,2 мм).



а



б



в

Рис. 4. Образцы руд месторождений Кызылалма-сайского рудного поля:

полированные штуфы, $\sim 3/4$ нат. вел.: а — кварц-карбонат-электрум-полисульфидный прожилок, месторождение Кызылалма, шахтный горизонт I; б — ритмично-, колломорфно-полосчатый кварц близповерхностных уровней, месторождение Кызылалма, шт. 2-бис; в — колломорфно-полосчатое выделение кварц-карбонат-золото-теллуридно-полиметаллической ассоциации, месторождение Самарчук, шт. 5

Причем при подсчете в аншлифах их количество достигает 80—90%, в протолочках меньше, что связано с потерей пылевидного золота при сепарации и выделении тяжелой фракции. Массовый замер пробы золотин на микрозонде (~ 350 анализов) показал, что наиболее часто встречаемыми значениями являются 350—400 (AuAg_3), 500 (Au_2Ag_3), 650 (AuAg) в золото-серебряных рудах и 750 (Au_2Ag), 850 (Au_3Ag) в золото-теллуридных. Установлены золотин и других составов (табл. 2), представляющие собой интерметаллические соединения или образования области неустойчивых, неупорядоченных твердых растворов [11]. Из примесей можно отметить более частую встречаемость Cu, Sb, Co, Ni, S в золоте Кызылалмы и Pt — Самарчука.

Наиболее отчетливо те или иные руды определяются по микроминеральному составу — типоморфным микропарагенезисам низко- и высокопробного золота, часть которых образовалась за счет распада более сложных, неустойчивых его соединений [4, 8, 11]. Руды Au-Ag формации Кызылалмы характеризуются развитием самых разнообразных микроминералов серебра (табл. 3). Особенно показательны для них разнообразные селениды, некоторые не диагностированные ранее виды или разновидности минералов серебра — науманит с содержанием Se до 30%, сульфоселе-

нотеллуриды с меняющимися отношениями S-Se-Te. Подобные соединения отмечались на Северо-Востоке России [13]. Установлены прежде неизвестные сульфоселениды Pb, Bi, Ag, Fe, Cu. Широкое развитие селенидов рассматривается как благоприятный признак, указывающий на слабую вскрытость месторождения. Например, на месторождении Пирмираб (Чадакское рудное поле), которое по разным данным считается эродированным на $2/3$, селениды отсутствуют и более широко представлены Ag-Cu и Ag-Bi микроминералы. Отметим и такую деталь: на месторождении Кызылалма в серебряных минералах, в том числе в селенидах, с глубиной увеличивается концентрация Te с переходом через селенотеллуриды к гесситу; появляются Bi вплоть до образования богдановичита, Pb с образованием сульфоклаусталита, ширмерита. Следует упомянуть также развитие на верхних горизонтах Кызылалмы (шт. 2-бис) скоплений молибденита (йордизита) с содержанием Re до 0,08%, Pb 4%, Ag 0,3%.

Для Au-Te руд характерен иной набор микроминералов (табл. 4). В основном это теллуриды Ag, Au, Bi, Sb, Pb. Кроме того, присутствуют селенотеллуриды, сульфоселениды Bi, Pb. Наличие селенидов, в данном случае вис-

1. Состав блеклых руд месторождений Кызылалма и Самардук (массовое содержание, %)

Минералы	Ag	Cu	Zn	Fe	As	Sb	Bi	Te	Se	S	As:Sb	Zn:Fe
Фрейбергит	35,47	14,69	1,11	9,18	0,16	16,65	—	0,08	0,03	22,47	1:104	1:8
	28,72	17,49	0,47	5,70	0,41	26,09	—	—	0,08	20,41	1:64	1:12
	25,31	18,94	0,13	6,32	0,50	25,69	—	0,27	0,11	21,40	1:51	1:49
	21,83	22,52	0,09	7,12	4,23	20,93	—	—	0,15	23,09	1:5	1:79
	16,35	24,35	4,21	4,07	1,55	22,59	—	1,46	0,10	23,19	1:15	1:1
	15,35	28,12	2,50	5,92	8,17	13,23	—	0,74	—	25,49	1:2	1:2
	10,60	29,32	4,37	4,35	5,83	18,59	—	0,71	—	25,74	1:3	1:1
Ag-тетраэдрит	5,53	33,31	4,59	5,53	7,32	17,60	—	0,20	—	26,32	1:2	1:1
	4,01	33,15	3,81	4,01	4,85	22,18	—	—	—	25,65	1:5	1:1
	3,03	33,64	5,50	3,03	3,53	23,45	—	—	—	25,20	1:7	2:1
	0,54	38,09	5,94	1,43	2,30	26,75	—	—	—	24,77	1:12	4:1
Самардук												
Ag-тетраэдрит	5,11	35,88	6,11	1,61	8,36	17,21	—	0,02	0,11	24,94	1:2	4:1
	3,33	36,16	6,69	3,27	7,79	18,54	—	—	—	25,71	1:2	2:1
Ag-теннантит	1,75	41,39	7,00	1,49	15,41	7,34	—	—	0,03	27,14	8:1	5:1
	1,06	42,13	7,01	1,69	17,66	4,52	—	0,01	0,06	26,99	4:1	4:1
Bi-теннантит	0,33	37,42	7,18	1,60	19,92	0,41	6,43	0,01	0,18	26,05	43:1	4:1
	0,21	41,52	8,86	1,63	16,79	0,35	5,52	0,04	0,35	26,40	48:1	5:1
	0,14	42,17	8,04	1,60	17,35	0,13	4,59	—	0,01	27,66	133:1	5:1
	0,11	42,13	8,07	1,29	17,35	0,54	2,13	0,01	0,26	28,31	32:1	6:1
	0,10	42,00	8,51	1,65	16,98	0,20	3,88	—	0,01	27,46	85,1	5:1
0,07	41,08	6,26	1,43	16,46	0,26	5,36	0,12	—	26,77	63,1	4:1	

Примечание. Эпизодически отмечаются Cd, In, Hg, Au в количествах не более 0,1%.

3. Состав микроминералов руд месторождения Кызылалма (массовое содержание, %)

Минералы	Au	Ag	Cu	Fe	Pb	Zn	As	Sb	Bi	Hg	Te	Se	S
Серебро	—	97,40	0,03	—	—	—	—	2,50	—	—	—	—	—
Аллагенгум	0,50	82,34	0,20	—	—	—	—	17,01	—	—	—	—	—
Дискразит	—	77,84	0,10	—	—	—	—	20,45	—	—	—	—	—
Акантит	—	81,07	1,02	0,03	—	0,41	0,97	—	—	—	0,17	0,59	15,56
	—	77,75	1,79	0,20	—	0,14	0,40	0,15	—	—	0,28	3,43	15,97
Полибазит	—	69,80	4,00	0,81	—	—	0,42	11,31	—	—	—	—	13,70
	—	65,32	7,93	0,36	—	0,97	1,69	6,30	—	—	1,06	1,84	14,52
	0,14	64,15	10,33	0,02	—	0,11	0,06	10,82	—	—	—	—	14,95
Пираргирит	—	74,31	3,20	1,92	—	—	1,60	6,15	—	—	—	—	12,90
Штернберлит	—	32,30	0,12	31,93	—	—	0,01	0,02	—	—	—	—	37,64
Науманнит	0,32	73,71	1,36	0,97	—	—	—	—	—	—	2,47	20,59	0,24
	—	72,90	1,10	—	—	—	—	—	—	—	0,01	23,40	0,71
	0,06	67,95	1,0	0,88	—	—	—	—	—	—	2,36	26,95	0,34
	—	66,99	1,33	0,85	—	—	—	—	—	0,03	2,40	28,67	0,25
	—	70,38	0,01	0,21	—	—	—	—	—	0,08	0,48	30,24	0,08
Ф-Аg-Sc-Te-S	0,16	72,26	1,49	0,92	—	—	0,23	—	—	—	4,16	21,15	0,30
	0,07	70,51	1,11	2,02	—	—	0,04	—	0,77	—	7,17	15,25	3,06
	—	76,49	0,12	0,02	—	—	—	—	—	—	12,87	0,37	8,78
Гессит	0,11	63,61	0,16	0,04	—	—	—	—	0,04	—	37,34	0,07	0,46
Богдановичит	—	20,62	0,39	0,41	—	—	—	0,46	44,24	—	0,02	32,04	1,80
	—	23,92	0,03	0,13	—	—	—	0,10	41,28	—	0,09	33,83	0,61
Фазы													
X ₁	—	43,36	0,31	2,30	—	—	0,35	0,16	25,22	—	0,87	24,23	2,22
X ₂	—	48,75	11,54	10,32	—	—	—	—	0,54	—	4,92	11,50	13,01
X ₃	—	70,24	—	—	5,66	—	—	—	—	—	1,69	20,72	1,69
X ₄	—	50,12	—	—	27,08	—	—	—	—	—	0,93	19,53	2,34
X ₅	—	5,47	—	—	75,19	—	—	—	—	—	0,08	14,24	5,02
X ₆	—	0,85	7,36	6,65	53,43	—	—	—	5,17	—	0,24	13,11	12,06
Ширмерит	—	15,77	0,47	3,11	15,67	—	—	—	49,96	—	0,18	—	14,86

4. Состав микроминералов руд месторождения Самарчук (массовое содержание, %)

Минералы	Au	Ag	Cu	Fe	Pb	As	Sb	Bi	Sn	Se	Te	S
Теллур	—	7,69	—	2,24	—	—	—	—	—	0,26	86,94	1,02
Висмут	0,10	—	0,15	0,05	0,07	—	0,03	100,00	—	0,02	0,03	—
Гессит	0,30	62,40	0,12	0,02	—	0,14	0,20	—	—	—	36,44	0,13
	2,87	62,14	—	—	—	—	—	—	—	—	33,46	—
	12,47	52,59	0,02	—	—	0,01	—	—	—	—	35,36	—
Штютцит	—	58,60	0,01	0,02	—	—	0,01	—	—	—	41,10	0,01
Петцит	21,53	44,22	0,28	0,22	—	—	0,09	0,04	—	0,08	31,57	0,14
	23,05	42,33	0,49	0,40	—	0,01	0,29	—	—	0,06	33,51	0,36
Сильванит	22,51	18,53	0,16	0,04	—	—	0,35	—	—	—	59,46	—
	24,74	13,21	—	—	—	—	—	—	—	—	60,99	—
Se-вольфскит	—	27,08	—	—	—	—	—	31,42	—	5,80	35,70	—
	—	15,58	—	1,36	—	—	—	41,21	—	5,76	34,59	1,48
Теллуrowисмутит	—	0,56	0,02	0,13	—	—	0,71	48,98	—	—	50,75	0,03
Se-тетрадимит	—	—	0,02	1,80	—	—	—	56,61	—	5,28	33,28	3,14
Квацулит	—	—	—	—	—	—	—	56,33	—	8,11	35,78	—
	—	0,46	—	—	—	—	—	55,60	—	8,15	35,82	—
Теллурантимонит	—	1,67	1,11	—	—	—	33,51	—	—	—	62,72	—
Алтаит	—	1,93	—	0,50	58,41	—	—	—	—	0,05	36,02	1,40
S-клаусталит	—	—	2,44	0,57	76,15	—	—	—	—	10,07	—	10,20
Фазы												
X ₁	—	30,58	—	2,35	3,30	—	—	48,08	—	7,10	—	9,82
X ₂	—	26,51	—	2,65	3,98	—	—	48,98	—	7,30	0,21	10,46
X ₃	—	20,72	—	6,36	25,39	—	—	28,16	—	5,41	—	13,80
Висмутин	—	—	0,08	0,07	—	0,03	0,21	79,33	0,06	0,03	—	19,13
Халькостибит	—	—	25,50	—	—	3,20	48,80	—	—	—	—	24,40
Sn-фатагинит	—	—	41,90	1,20	—	4,40	19,90	—	4,80	—	—	28,20

5. Средние содержания и кларки концентраций элементов по результатам рентгенофлюоресцентного анализа тяжелых фракций проб, г/т

Элементы	Золото-мышьяковая		Золото-теллуровая		Золото-серебряная	
	Минерализованная Зона		Самарчук		Кызылалма	
	Среднее (5)	КК	Среднее (15)	КК	Среднее (20)	КК
Au	49	11 395	160	37 209	280	65 116
Ag	320	4571	48	657	13 538	193 400
Se	22	440	175	3500	79	1580
Te	—	—	1779	1 779 000	36	36 000
Cu	9875	210	11 160	237	22 826	486
Pb	799	50	27 500	1718	1316	82
Zn	349	4	24 296	293	2303	28
As	6890	4593	460	307	5772	3848
Sb	271	1355	451	2755	3598	17 990
Bi	36	360	288	2880	93	930
Ni	188	3	95	2	289	7
Co	148	8	44	2	169	9
Mo	43	39	3	3	446	405
W	35	27	13	10	20	15
Sn	42	17	3	1	131	52
Au:Ag	1:6,6	—	3,5:1	—	1:48,4	—
Se:Te	—	—	1:10,2	—	2,2:1	—
As:Sb:Bi	191:7,5:1	—	1,6:1,6:1	—	62:39:1	—

мута, также рассматривается как признак слабоэродированных, но золото-теллуровых объектов. В рудах Самарчука установлен шеллит с содержанием Mo 1,3%, в некоторых минералах отмечается повышенная концентрация олова.

Анализ особенностей образования сульфидных минералов по экспериментальным данным [5] и сравнение их с составом выявленных микропарагенезисов позволяют считать, что Au-Ag минерализация Кызылалмы формировалась при относительно низких температурах (<200—250°C), а Au-Te минерализация Самарчука — при высоких (<300—400°C). Геологическая позиция месторождений не противоречит полученным данным: для руд Кызылалмы характерен близповерхностный уровень кристаллизации, Самарчука — субвулканический.

Для определения геохимической специализации руд Au-As, Au-Te, Au-Ag формаций количественным рентгенофлюоресцентным методом проанализированы тяжелые концентраты минералогических проб, так как анализы валовых проб, особенно убогосульфидных руд, не выразительны по Se, Te, As, Sb, Bi (табл. 5).

Ряды интенсивности накопления элементов (КК) по формациям:

Au-As: Au-As-Ag-Sb-Se-Bi-Cu-Pb-Mo-W-Sn-Co-Zn-Ni;

Au-Te: Te-Au-Se-Bi-Sb-Pb-Ag-As-Zn-Cu-W-Mo-Co-Ni-Sn;

Au-Ag: Ag-Au-Te-Sb-As-Se-Bi-Cu-Mo-Pb-Sn-Zn-W-Co-Ni.

Итак:

1. Соотношение Au:Ag в рудах Самарчука (>1) и Кызылалмы (<0,1) различается на порядок.

2. Отношение Se:Te положительное для золото-серебряных руд и гораздо меньше единицы для золото-теллуридных, но основным концентратом этих элементов являются руды золото-теллуридной формации.

3. Отношение Ni:Co постоянно больше единицы, что можно рассматривать как показатель слабой эродированности всего рудного поля.

4. Отношение As:Sb:Bi отчетливо демонстрирует накопление As в рудах золотой формации, As и Sb — золото-серебряной, Bi — золото-теллуридной.

По результатам анализов рассчитаны кларки концентраций относительно кларков земной коры по А.П.Виноградову с корректировкой на региональный фон некоторых элементов, исключая Se, Te, Au, Ag. Построенные ряды интенсивности их накопления геохимически подтверждают обоснованность выделения трех формаций, а первые 7—8 элементов находят свое полное отражение в установленных микропарагенезисах золота, подчеркивая закономерную связь Au и Ag в халькофильных системах с триадами Te-Se-S, Bi-Sb-As. Параллельно с геохимическим анализом проводилось микронзондовое исследование тяжелых концентратов, запрессованных в брикеты. Подобная методика позволяет не только достаточно однозначно, в определенной степени количественно произвести типизацию и оценку выявленного оруденения. Одновременно поступает информация о комплексности руд, форме нахождения полезных компонентов и появляется возможность предварительно оценить их технологические свойства.

Таким образом, методика геохимического анализа гравикоцентратов проб и широкое использование микронзондового анализа позволяют сделать следующие выводы:

золотое оруденение Кызылалмасайского рудного поля относится к трем рудным формациям — золото-мышьяковой, золото-теллуридной и золото-серебряной, формирующим структурно-вещественные ассоциации, стандартные для вулканогенных областей;

Au-As формация составляет основной объем оруденения в протяженной Минерализованной Зоне с кварц-пиритовой (арсенопиритовой) продуктивной ассоциацией, тонкодисперсным рассеянным золотом, тонкокристаллическим арсенопиритом и As-пиритом в слабоэродированных участках;

Au-Te формация с высокопробным золотом, теллуридами Au, Ag, Sb, Bi, Pb, сульфоселенидами Bi, Pb образует кварц-золото-селенидно-теллуридно-полиметаллическую ассоциацию в связи с эксплозивными брекчиями в межформационных зонах (Самарчук, Чумаук);

Au-Ag формация с электрумом и кюстелитом, интерметаллидами, сульфидами, сульфосолями, селенотеллуридами серебра в виде кварц-карбонат-электрум-селенидно-полисульфидной ассоциации залегает в поднятом блоке фундамента (Кызылалма).

При оценке перспектив Кызылалмасайского рудного поля рекомендуется акцентировать внимание на субмеридиональных разломах и узлах их пересечений, поднятых блоках фундамента, палеовулканических постройках, пологих зонах между вулканами и фундаментом, используя при поисках скрытого оруденения тесную геохимическую связь золота и серебра с Se, Te, As, Sb, Bi, выраженную в их микропарагенезисах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арапов В.А. Вулканизм и тектоника Чаткало-Кураминского региона. — Ташкент: ФАН, 1983.
2. Бортников И.С., Генжин А.Д., Коваленкер В.А. Минералого-геохимические показатели условий гидротермального рудообразования // Эндогенные рудные районы и месторождения. М., 1987. С. 40—59.
3. Белоплотова О.В., Курбалов П.Ф., Мартынов В.В., Сулейманов М.О. Геология Кызылалмасайского рудного поля // Рудные формации и основные черты металлогении золота в Узбекистане. Ташкент, 1969. С. 80—86.
4. Вернадский В.И. Минералогия. Лекции, читанные студентам-естественникам Московского университета в 1907/8 г. Ч. 1.
5. Воган Д., Крейг Дж. Химия сульфидных минералов. — М.: Мир, 1981.
6. Вулканизм Западного Тянь-Шаня / Т.Ш.Шаякубов, Т.Н.Далимов, В.А.Арапов и др. — Ташкент: ФАН, 1988.
7. Конеев Р.И., Гертман Ю.Л., Исламов Ф.И., Джураев А.Д. О структурно-вещественных ассоциациях золоторудных полей Восточного Узбекистана // Узбекский геологический журнал. 1997. № 3. С. 46—51.
8. Конеев Р.И. Микроминералогия золото-серебряных месторождений вулканогенных областей (на примере Чаткало-Кураминского региона Узбекистана) // Зап. ВМО. 1999. Ч. СХХVIII. № 5. С. 48—53.
9. Константинов М.М. Золотое и серебряное оруденение вулканогенных поясов мира. — М.: Недра, 1984.
10. Меридиональные линеаменты Среднего Тянь-Шаня / И.Н.Томсон, И.Т.Кочнева и др. // Тез. докл. Всесоюз. совещ. «Сквозные рудоцентрирующие структуры». М., 1986. С. 129—130.
11. Минералы благородных металлов. Справочник. — М.: Недра, 1986.
12. Некрасов И.Я. Геохимия, минералогия и генезис золоторудных месторождений. — М.: Наука, 1991.
13. Хомич В.Г., Иванов В.В., Фатьянов И.И. Типизация золото-серебряного оруденения. — Владивосток: Наука, 1989.

УДК 553.41.078.2 (235.47-1)

© Ю.П.Юшманов, 2002

РУДОВМЕЩАЮЩИЕ СТРУКТУРЫ Au-Ag РУДОПРОЯВЛЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОЕ В ВОСТОЧНОМ СИХОТЭ-АЛИНЕ

Ю.П.Юшманов (ИКАРП ДВО РАН)

Рассмотрены геологическое строение и условия локализации золото-серебряных руд на одном из эпitherмальных рудопроявлений Восточно-Сихотэ-Алинского вулканического пояса (ВСАВП). Установлено, что рудо- и дайковмещающие разрывные структуры контролируются зонами скалывания. Зоны простираются субпараллельно региональному латеральному сжатию, при котором вдоль эшелонированных разрывных структур (ЭРС) формировались горизонтальные сдвиговые смещения, играющие важную роль в локализации золото-серебряной минерализации на заключительном этапе становления ВСАВП.

Рудопроявление Минеральное расположено в Ольгинском рудном районе Приморского края, в 1 км к северу от курорта Горноводное. До начала 70-х годов прошлого века геологические исследования в пределах района проводились главным образом с целью поисков оловянно-полиметаллических и вольфрамовых месторождений [1]. Первые сведения о его золотоносности получены в 1964 г. Ю.В.Барвином при производстве геологической съемки м-ба 1:50 000, когда вблизи курорта Горноводное были обнаружены рудные свалы с высокими содержаниями золота и серебра. С 1969 г. широко развернутые под руководством Н.Н.Матюшонка специализированные работы на золото привели к открытию мощных зон измененных эффузивов кварц-слюдистого состава, полей кварцитов и пропилитов, среди которых развиты серии кварцевых жил и жильных зон с золотом и серебром. Некоторые перспективные рудные зоны были прослежены с поверхности редкой сетью горных выработок. Однако из-за крайне неравномерных и низких содержаний золото-серебряных руд они получили отрицательную оценку. Поисково-оценочные работы на рудопроявлении Минеральное в 1999 г. показали локализацию промышленного золото-серебряного оруденения в рудных столбах, что существенным образом изменило стратегию поисков, разведки и оценки рудных тел. Ниже приведены результаты этих работ.

Ольгинский рудный район расположен в пределах Приморского сектора Восточно-Сихотэ-Алинского вулканического пояса, наложенного на мезозойские аккреционно-складчатые образования Прибрежного террейна, что определило его двухъярусное строение. Нижний структурный этаж сложен интенсивно дислоцированными породами каменноуго-

льного — раннемелового возраста, которые обнажаются в эрозионно-тектонических окнах из-под покрова верхнемеловых — палеогеновых эффузивных образований верхнего структурного этажа. Альбский рубеж геологического развития Прибрежного террейна характеризуется сменой геодинамического режима растяжения сжатием, которому сопутствовали трансформация пологих шарьяжно-надвиговых структур в крутые сдвиговые [6] и начало процесса активного преимущественно кислого магматизма, сформировавшего региональную структуру ВСАВП.

Рудопроявление Минеральное относится к группе эпitherмальных низкотемпературных месторождений в зонах скалывания, образовавшихся на заключительном этапе становления ВСАВП на малой глубине. Аргон-аргоновые изотопные определения по жильному адуляру указывают на эоценовый возраст золото-серебряных руд, расположенных к северу от месторождений Салют и Майское [2]. Геологическая позиция рудопроявления определяется принадлежностью к Милоградовской кальдере (рис. 1). Кальдера размером 18×26 км слегка вытянута в широтном направлении и контролируется парной зоной северо-восточных глубинных разломов. Рудопроявление локализовано на пересечении северо-восточного Щербаковского глубинного разлома и северо-западной Минерально-Васильевской рудносной структуры. Рудное поле сложено маастрихт-датскими туфами риолитов, игнимбритами и риодацитами богопольской свиты (рис. 2). Вулканиды прорваны палеогеновыми дайками и штоками андезитовых и диабазовых порфиритов. Рудные тела залегают главным образом среди туфов риолитов и игнимбритов или на контакте с риодацитами. Они, как и дайки, закономерно ориентированы преимуще-

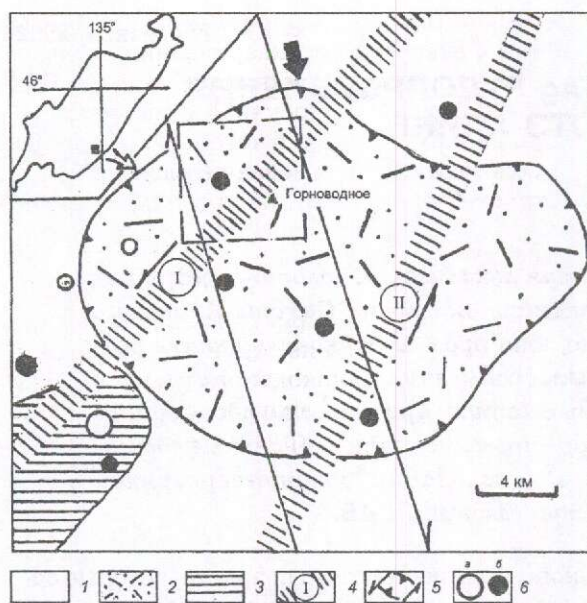


Рис. 1. Схематическая геологическая карта кальдер Минеральная:

вулканогенные и вулканогенно-осадочные породы позднего мела: 1 — андезиты, андезитобазальты, дациты, туфы, туффиты и туфоалевролиты самаргинской свиты, 2 — риолиты, риодациты, перлиты, туфы и игнимбриты богопольской свиты; 3 — доверхнемеловые осадочные породы складчатого фундамента; 4 — глубинные разломы (I — Щербаковский, II — Маргаритовский); 5 — границы Минерально-Васильевской зоны скальвания (стрелками дано направление смещения) и кальдеры Минеральная; 6 — месторождения и рудопроявления (а — серебряно-свинцово-цинковые, б — золото-серебряные); прямоугольником показана площадь детальных работ на рудопроявлении Минеральное, стрелкой — направление регионального горизонтального сжатия

щественно в северо-западном, редко в близмеридиональном направлении. Подобная ориентировка характерна и для многочисленных линейных геохимических аномалий золота и серебра — индикаторов нескрытых рудных тел.

Геохимические аномалии вместе с рудными телами расположены кулисно в зонах скальвания, которые образуют сопряженные эшелонированные разрывные структуры трех направлений: северо-западного, северо-восточного и меридионального. Северо-западная ЭРС совпадает с Минерально-Васильевской рудоносной структурой, которая, по данным В.М.Багаевского (1977), за пределами рудного поля протягивается к юго-востоку на 30—35 км на побережье Японского моря до бухты Ев-

стафия. Эта структура представлена широкой зоной скальвания, контролирующей золото-серебряные рудопроявления Минеральное, Васильевское, Тенфурувское, Тисовое, Майское и Приморское. Северо-восточная ЭРС развита на крыльях Щербаковского глубинного разлома. К разлому приурочен ряд рудопроявлений с золото-серебряной и месторождений (Щербаковское, Фасольное) с серебряно-свинцово-цинковой минерализацией. Меридиональная ЭРС развита локально. С ней связаны рудная зона I и ряд геохимических аномалий. Близширотные дуговые разломы на площади рудного поля слабо развиты. К ним приурочены водотоки мелких ручьев и непромышленная россыпь золота в долине ключа Березовый. Источником сноса золота, по-видимому, служит обогащенный фланг зоны Ураганная. Россыпное золото желтовато-белого цвета, золотины уплощенной формы (длина в 5—7 раз превышает толщину) размером от 0,0л до 0,1 мм. Крупные зерна размером 0,3×2 мм имеют неровные края и ячеистую поверхность. Из прочих минералов в отдельных шлиховых пробах наблюдаются ильменит, магнетит, галенит и киноварь.

Всего на рудопроявлении Минеральное выявлено около 20 рудных зон и более 50 геохимических аномалий золота и серебра. Зоны с прожилково-кварцевой минерализацией выделяются при электропрофилеировании по кажущемуся сопротивлению 1600—1500 Ом·м. Породы со слабо проявленным метаморфизмом и гидротермальной переработкой обычно низкоомны (100—1000 Ом·м). Наиболее перспективны по своим параметрам Ураганная и Центральная зоны. Они расположены кулисно и составляют единую ЭРС протяженностью более 4 км. Зона Ураганная вскрыта бульдозерной канавой по простиранию на 180 м, тщательно задокументирована и опробована сечениями через 3,5 м. При детальных исследованиях установлено, что зона-кулиса Ураганная, в свою очередь, состоит из кулисного ряда кварц-сульфидных жил и прожилков. Подобные структуры «эшелон в эшелоне» характерны и для оловорудных месторождений Приморья [3—5]. Зона Ураганная состоит из трех детально прослеженных кулис длиной 40—60 м, мощностью от 0,1 до 4 м (средняя 1,2 м). На диаграмме (см. рис. 2) видно, что азимут падения большинства рудных тел составляет $240^\circ \angle 75^\circ$. В всячем боку зона сопровождается кулисной дайкой миндалекаменных диабазовых порфиритов. Миндалины размером до 0,4 см выполнены халцедоном. В дайке наблюдаются тонкие прожилки кальцита. Вдоль контактов дайки вмещающие породы окварцова-

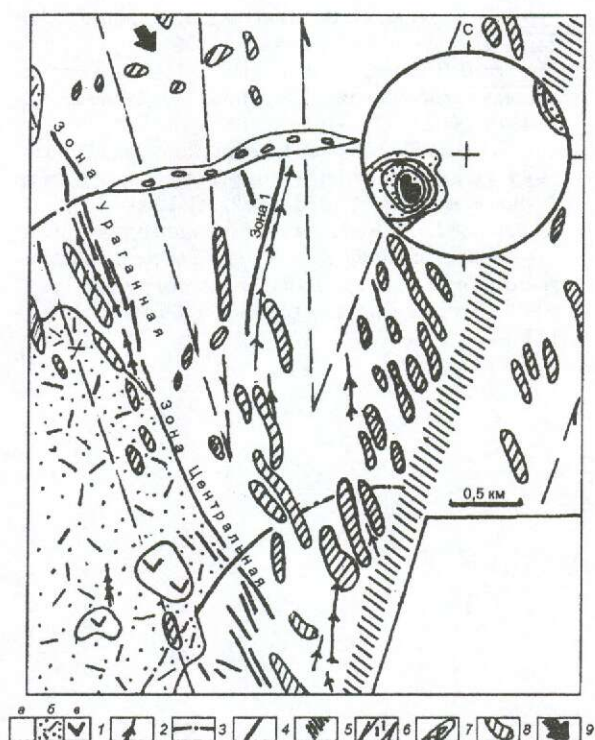


Рис. 2. Геолого-структурная схема рудопоявления Минеральное:

1 — богопольская свита, маастрихт — даний (а — туфы риолитов, б — туфы риодацитов, в — штоки палеогеновых андезитовых порфиритов); 2 — дайки порфиритов; 3 — предполагаемые разломы; 4 — рудные тела; 5 — глубинный разлом Щербаковский; 6 — зоны скальвания с эшелонированным размещением рудных тел; 7 — участок россыпного золота; 8 — геохимические аномалии золота и серебра; 9 — направление регионального горизонтального сжатия; вверху диаграмма ориентировки золото-серебряных жил и прожилков в зоне Ураганная (122 замера)

ны, гидротермально изменены в висячем боку на 0,5 м, в лежачем — на 3,5 м. Дайка золотого оруденения не несет; она, очевидно, послерудная.

Промышленное оруденение локализуется не повсеместно, а в рудных столбах, положение которых контролируется благоприятными структурными факторами. Так, увеличение мощности и содержания драгоценных металлов установлено в центральных частях кулис, где их простирающие отклоняются на 5—10° к меридиональному от общего простираения кулисы. Здесь, как правило, возрастают мощность рудных тел и интенсивность гидротермальной проработки вмещающих пород, сопровождаемой тонкораспыленной золото-

серебряной минерализацией. По простираю участки интенсивного окварцевания пород с бонанцевыми рудами сменяются метасоматически незамещенной брекчией с маломощными прожилками кварца, в которых концентрация золота и серебра незначительна или отсутствует. Рудные тела, как правило, сложены брекчией из угловатых обломков метасоматически замещенных туфов риолитов, сцементированных кварцем. Текстуры руд в основном брекчиевые, инкрустификационные и кокардовые. В составе руд из жильных минералов преобладает кварц нескольких генераций. При полевом наблюдении визуально выделяются аметисто-, цитрино- и хрусталивидные разновидности друзовидного кварца. Продуктивная золото-серебряная минерализация приурочена к серому криптокристаллическому кварцу, в котором присутствуют диспергированные минералы серебра с вкрапленностью золота, дающие картину «звездного неба» в приполированных образцах. Кроме кварца, в рудах установлены адуляр, кальцит, хлорит, серицит, эпидот, флюорит, гейландит, монтмориллонит, апатит и гидрослюда. Рудные минералы (пирит, арсенопирит, галенит, сфалерит, халькопирит, киноварь, молибденит, магнетит, анатаз, сфен, электрум, пираргирит, сульфиды и сульфосоли серебра, самородное серебро и золото) распределены неравномерно в виде пятен, линзочек и составляют 1—2% от общей массы руды. Золото пластинчато-чешуйчатое размером от 0,005 до 1—2 мм. В зоне окисления развиты лимонит, азурит, малахит, скородит, англезит, церуссит и гематит. Нейтронно-активационный анализ групповой пробы из полукислородных руд показал, что, кроме золота и серебра, в руде содержатся Cu 0,0024%, Zn 0,019%, Pb 0,05%, Fe 1,39%, Cd ≤ 0,002%, Pd ≈ 0,2 г/т, Pt не обнаружена (анализы выполнены В.Н.Лосевым, НИИЦ «Кристалл», г. Красноярск).

Материалы, приведенные в настоящей статье, свидетельствуют о том, что многие вопросы геологии, структуры, геодинамики в Ольгинском рудном районе еще мало изучены. Кроме горизонтальных сдвиговых смещений на отдельных участках зон скальвания, по-видимому, происходили и вертикальные, с которыми связаны трудно диагностируемые наклонные ЭРС. Их изучение представляет большой практический интерес, так как с ними связаны скрытые рудные тела, не выходящие на дневную поверхность. Выявление закономерностей локализации золото-серебряного оруденения, несомненно, будет способствовать эффективности планируемых геологоразведочных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геологическая служба Приморского края (50 лет со дня основания) / Под ред. А.В.Саввина. — Владивосток: Дальнаука, 2000.
2. Иванов В.В., Попов В.К. Кислый магматизм, возраст и вещественные особенности золотосеребряного оруденения Восточно-Сихотэ-Алинского вулканического пояса // Золотое оруденение и гранитоидный магматизм Северной Пацифики: Тез. докл. Магадан, 1997. С. 106—107.
3. Неволин П.Л. Геодинамика формирования структур месторождений Кавалеровского рудного района. — Владивосток: Дальнаука, 1995.
4. Уткин В.П. Эшелонированные разрывные структуры месторождений Приморья // Геотектоника. 1978. № 4. С. 99—104.
5. Черных А.Л. Тектоника Октябрьского узла Приморья и эшелонированный тип разрывных структур // Докл. АН СССР. 1976. Т. 227. С. 1209—1212.
6. Юшманов Ю.П. Конседиментационные тектонические покровы Прибрежной зоны Восточного Сихотэ-Алиня на примере Дальнегорского рудного района // Тихоокеанская геология. 1986. № 3. С. 99—107.



РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЗОЛОТО-ПЛАТИНОИДНЫХ ТИТАНОМАГНЕТИТОВЫХ РУД ПУДОЖГОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАРЕЛИИ

**Н.Н.Трофимов, А.И.Голубев (Институт геологии Кар.НЦ РАН),
Н.Б.Филиппов (ГГУП «Минерал»), С.В.Петров (АО
«Механобр-инжиниринг»)**

Охарактеризованы степень разведанности, качество и технологическая изученность собственно титаномагнетитовых руд Пудожгорского золото-платиноидного ванадий-титаномагнетитового месторождения. Изложены результаты технологических исследований двух лабораторных проб титаномагнетитовой руды по извлечению всего комплекса благородных элементов (БЭ) и определены их минеральные формы. Доказана возможность получения из хвостов электромагнитной сепарации богатых существенно палладиевых (45,4—57,6 г/т) и медных (50,8—54,4%) концентратов с хорошей степенью извлекаемости (60,8—91,5%). Ставится вопрос о составлении ТЭО рентабельности отработки всего комплекса элементов — Ti, V, Fe, Cu, БЭ (Pd, Pt, Au, Ag) и возможности строительства металлургического комбината с полным технологическим циклом, вплоть до получения легированных сталей и ферросплавов.

Пудожгорское месторождение расположено в Пудожском районе Республики Карелия на восточном берегу Онежского озера (в 3,5 км) и в непосредственной близости (1,5 км) от межрегиональной автодороги Петрозаводск — Пудож — Архангельск. Предварительная разведка его завершена в 1951 г. В соответствии с современными требованиями оно переразведано: 43% составляют запасы категорий A_2+B . Оконтуривание рудной залежи выполнено на инструментальной основе и только по содержанию Fe (20 и 25%), согласно кондициям технического управления Минчермета. Запасы в недрах утверждены ВКЗ 01.01.1962 г. и подсчитаны по категориям A_2 — до глубины 50—80 м, B — 150—200 м, C — 220—330 м.

Титаномагнетитовые руды Пудожгорского месторождения являются комплексными — Fe-Ti-V. Они технологически хорошо изучены специалистами ведущих институтов СССР — Механобр, НИИЧМ, ЦНИИМ, ИМЕТ АН СССР, ВИМС, ЛПИ и крупнейших предприятий Урала. Заводские испытания проводились в 1950 г. на Гороблагодатской обогатительной фабрике и Кузнецком металлургическом комбинате по устаревшей технологии, не ориентированной на максимальное извлечение диоксида титана, путем агломерации и плавки в

электропечах. При опытных заводских плавках переработано 400 т агломерата, из которого получено 215 т чугуна при извлечении ванадия в шлаке 86,3% [2].

Позднее в 1965—1966 гг. Институтом металлургии в лабораторных условиях была отработана современная двухстадийная бесфлюсовая схема восстановления титаномагнетитового концентрата в специально изготовленной вращающейся печи с последующим оплавлением в лабораторной электропечи нескольких проб восстановленного концентрата [2]. В этот же период разработана технология получения пигмента диоксида титана из шлаков (ЛИМП, Челябинский филиал) [2].

Схема обогащения руды отработывалась в институте Механобр также в два этапа — до 1952 г. и в 1964—1966 гг. В окончательном варианте рекомендована трехстадийная схема мокрого магнитного обогащения с последовательным измельчением руды до 2, 0,15 и 0,074 мм. Эта схема обеспечивает возможность получения высококачественного, по содержанию Fe, TiO_2 и V_2O_5 , концентрата. На заключительном этапе исследований была разработана схема обогащения хвостов магнитной сепарации методом флотации по концентрированию и выделению в самостоятельный продукт медьсодержащих минералов [1].

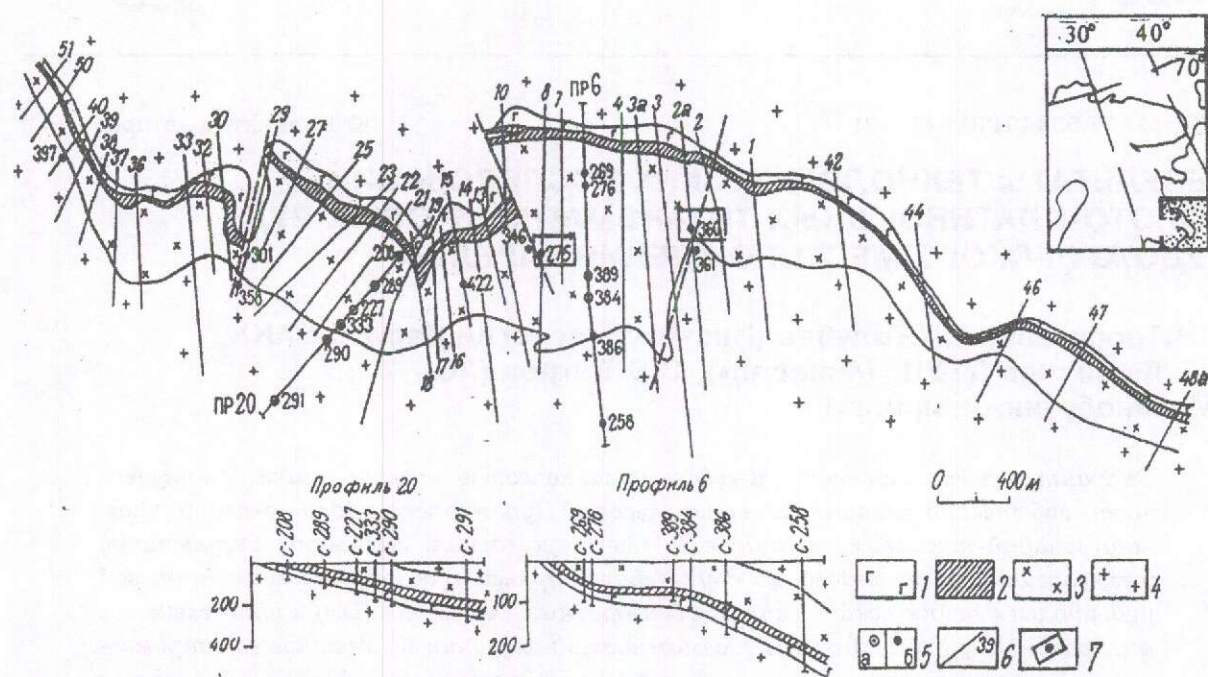


Рис. 1. Геологический план участка Пудожгора, составлен по материалам ПГО «Севзапгеология» с дополнениями авторов:

1 — подрудный горизонт; 2 — рудный горизонт; 3 — диоритовая зона; 4 — граниты, гранитоиды; 5 — скважины (а — опорных разрезов, б — опробование на БМ); 6 — буровой профиль и его номер; 7 — место отбора технологических проб на БМ

В.А.Резниченко [2, с. 51] высоко оценивает качество концентрата из титаномагнетитовых руд Пудожгорского месторождения: «Получаемый в процессе магнитного обогащения титаномагнетитовый концентрат представляет высококачественное сырье не только из-за полезных компонентов Fe, Ti и V, но и благодаря незначительному количеству таких вредных примесей, как S и P. В отличие от уральских и восточносибирских титаномагнетитов, пудожгорские содержат ничтожное количество Cr и по сравнению с первыми имеют более высокую концентрацию V и более низкую — S и P. Отсутствие Cr и высокое содержание V и TiO_2 позволяют в дальнейших переделах получать более богатые ванадистые полупродукты и титановые шлаки. Все сказанное свидетельствует о том, что пудожгорские титаномагнетиты несомненно являются наиболее высококачественным сырьем не только в металлургии, для получения стали и ванадия, но и в химической технологии, для производства пигментного диоксида титана через титановые шлаки».

Благороднометальное (Au-Pt-Pd) оруденение (БМ) в титаномагнетитовых рудах выявлено гораздо позднее — в 1980—1990 гг. [4, 5], поэтому вопросы технологии извлечения метал-

лов не были решены. Первые шаги в этом направлении предприняты ГГУП «Минерал». Были найдены минеральные формы Pt и Pd. Технологические испытания, проведенные по флотационной схеме института Механобр в лаборатории обогащения полезных ископаемых ГПП «Севзапгеология», подтвердили ассоциацию БМ с сульфидной вкрапленностью и возможность ее извлечения из хвостов магнитной сепарации титаномагнетитовых руд [3]. Однако количественные параметры по определению поэлементного процента извлечения и их содержания в сульфидной фазе были искажены, а содержания БМ занижены на порядок.

Пудожгорское месторождение титаномагнетитовых руд представляет собой стратиформную пологозалегающую ($3-40^\circ$) пластообразную залежь протяженностью 7,1 км (рис. 1) в дифференцированной габбро-диоритовой интрузии мощностью 150 м [5, 6]. Руды имеют ликвационный генезис. Рудный горизонт занимает строго стратифицированное положение в разрезе на границе габбровой и диоритовой зон. По падению он прослежен на расстояние 1500 м до глубины 210 м (см. рис. 1, профиль 6). Мощность залежи, представляющей промышленный интерес, изменяется от 7,4 до 23,9 м и

1. Запасы титаномагнетитовой руды, меди и ВЭ в комплексных титаномагнетитовых рудах Пудожгорского месторождения

Главные компоненты		Сопутствующие компоненты												
		Среднее массовое содержание, %			Медь		Благородные элементы (по технологическим пробам)							
Категория запасов	Запасы руды, млн. т	Fe _{вал}	TiO ₂	V ₂ O ₅	Запасы в контуре подсчета, тыс. т	Массовое содержание, %	Запасы в контуре подсчета, т. Плотность 3,51 г/см ³ , категория Р ₁	Среднее удельное содержание ВЭ, г/м ² суммы ВЭ	Сумма Au+Pt+Pd, мг/т			Соотношение запасов по элементам, %		
									Pt	Pd	Au	Pt	Pd	Au
A ₂ +B+C ₁ +C ₂	316,7	28,9	8,14	0,43	411,7	0,13	216	9,0	731	18,7	53,0	21,3		

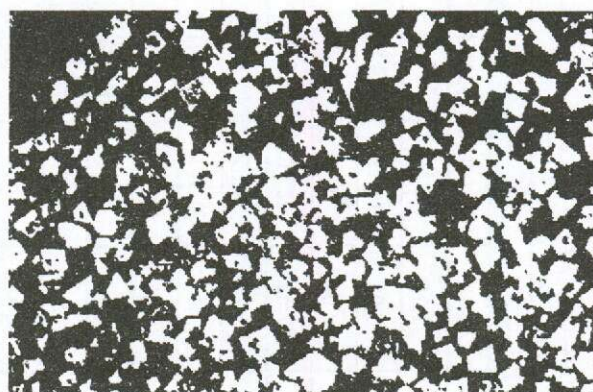


Рис. 2. Титаномагнетитовая руда:

текстура равномерновкрапленная, структура идиоморфнозернистая; белое — титаномагнетит; ×10

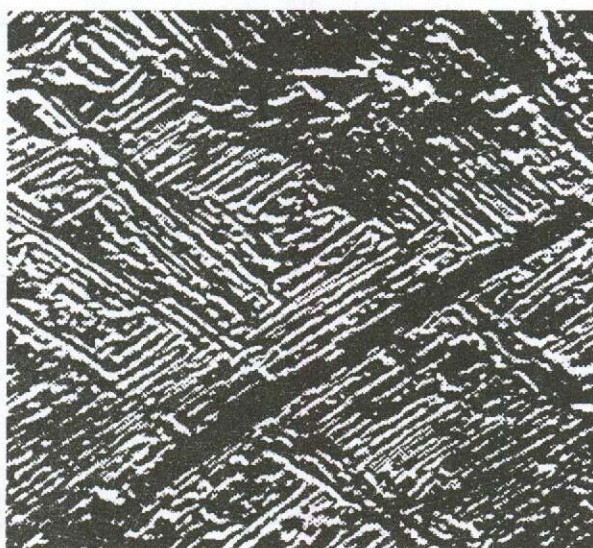


Рис. 3. Решетчатая (тканеподобная) структура распада ильменита (белое) в магнетите:

×3000

составляет в среднем 15 м. Богатые руды с вкрапленностью титаномагнетита более 40% слагают центральную часть горизонта при мощности 5—20 м. В контурах подсчета запасов категорий A₂+B+C₁+C₂ средние содержания рудных компонентов составляют, %: Fe 28,91, TiO₂ 8,14, V₂O₅ 0,43, Cu 0,13 (табл. 1). Текстура руд равномерновкрапленная, структура идиоморфнозернистая (рис. 2). Кристаллы титаномагнетита преимущественно мелкозернистые, содержат значительное количество силикатных включений. Магнетит с ильменитом образуют предельно насыщенную

2. Химический состав титаномагнетитов рудного горизонта по разрезу скв. 29 (массовое содержание, %)

Оксиды	Интервал, м															
	200,5	201,2	201,7	202,8	203,4	204,0	204,4	205,0	205,4	206,0	207,3	217,9	218,4			
SiO ₂	7,50	1,90	2,50	3,17	1,90	6,40	1,88	7,32	3,11	3,83	1,16	3,00	2,86			
TiO ₂	11,70	11,12	14,10	15,20	15,50	13,40	16,30	15,15	16,30	16,20	13,92	14,78	14,50			
Al ₂ O ₃	1,54	1,38	2,10	2,71	3,25	2,04	3,78	3,05	2,22	3,50	0,04	0,63	2,38			
Fe ₂ O ₃	41,94	46,80	43,67	40,95	41,00	40,64	40,30	36,86	40,78	37,50	47,54	43,90	42,30			
FeO	29,13	35,36	33,59	33,34	34,82	30,19	34,65	28,94	33,23	34,66	35,20	32,87	33,57			
MnO	0,264	0,456	0,378	0,305	0,278	0,346	0,346	0,300	0,283	0,309	0,291	0,373	0,351			
MgO	0,41	0,21	0,41	0,80	0,66	1,04	0,51	0,55	0,46	0,95	0,25	0,36	0,52			
CaO	6,12	1,08	1,12	1,40	0,42	4,32	0,56	5,75	1,82	0,84	0,40	2,30	1,40			
Na ₂ O	0,08	0,05	0,17	0,17	0,14	0,05	0,15	0,05	0,15	0,15	0,11	0,08	0,14			
K ₂ O	0,10	0,05	0,23	0,27	0,25	0,08	0,25	0,09	0,24	0,29	0,19	0,08	0,17			
H ₂ O	0,03	—	0,05	0,05	0,07	0,02	0,05	0,03	0,06	0,07	0,08	0,03	0,05			
P ₂ O ₅	0,18	0,22	0,16	0,18	0,18	0,21	0,20	0,20	0,20	0,20	0,04	0,21	0,18			
Cr ₂ O ₃	0,029	0,028	—	0,029	0,029	0,020	0,022	0,023	0,026	0,029	0,007	0,09	0,102			
V ₂ O ₅	0,81*	1,18*	0,89*	1,08	0,97	1,18*	0,92	1,34	1,07*	1,00	1,04*	1,13*	1,13*			
CoO	0,016	0,016	0,011	0,014	0,015	0,003	0,014	0,081	0,43	0,015	0,009	0,012	0,012			
NiO	0,018	0,023	0,009	—	0,011	0,025	0,013	0,032	0,014	0,014	0,013	0,037	0,058			
CuO	—	—	0,25	0,21	0,225	—	0,162	—	0,150	0,25	0,014	—	0,162			
ZnO	0,133	0,066	0,102	0,129	0,167	0,061	0,094	0,067	0,06	0,107	0,028	0,042	0,065			
D	0,00	0,32	0,46	0,37	0,55	0,47	0,54	—	0,56	—	—	—	0,32			
Кок	0,591	0,575	0,565	0,559	0,540	0,574	0,538	0,545	0,545	0,520	0,575	0,571	0,538			

Примечание. V₂O₅*, Cr₂O₃, CoO, NiO, ZnO определены количественным спектральным методом; коэффициент окисленности Кок=Fe₂O₃/(Fe₂O₃+FeO); коэффициент распределения D равен отношению Fe²⁺/Fe³⁺ в титаномагнетите к Fe²⁺/Fe³⁺ в породе. Химические анализы выполнены В.Л.Уткиной, В.А.Кукиной, Н.В.Питке, Г.К.Пунка в Институте геологии Кар. НЦ.

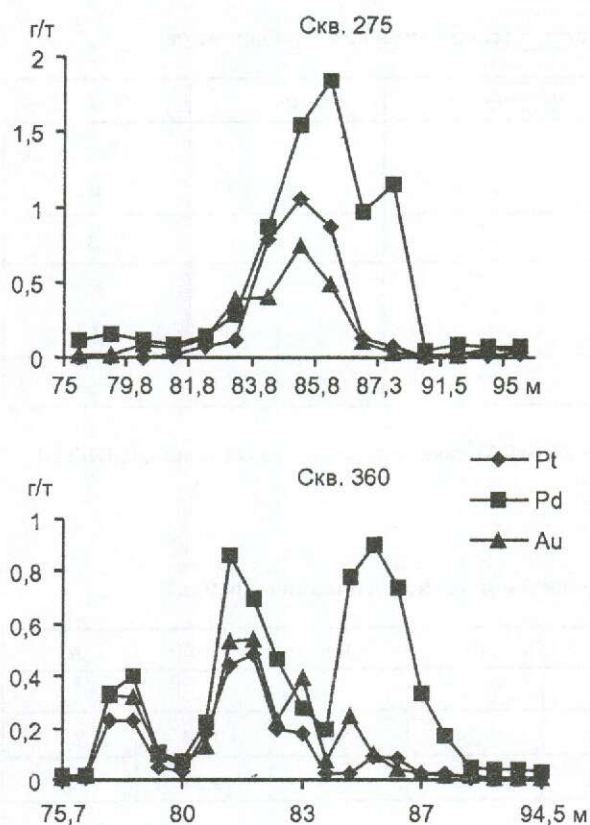


Рис. 4. Распределение содержаний Pt, Pd и Au по данным пробирного анализа в разрезе рудного горизонта

эмульсионную, пластинчатую и решетчатую структуры распада твердых растворов двух-трех уровней — от тонкой до субмикроскопической (рис. 3). В верхней части горизонта широко проявлены коррозионные микротекстуры замещения, что заметно ухудшает качество руд кровли. Наиболее важные компоненты руд — Ti и V. Содержания их оксидов непосредственно в кристаллах титаномагнети-

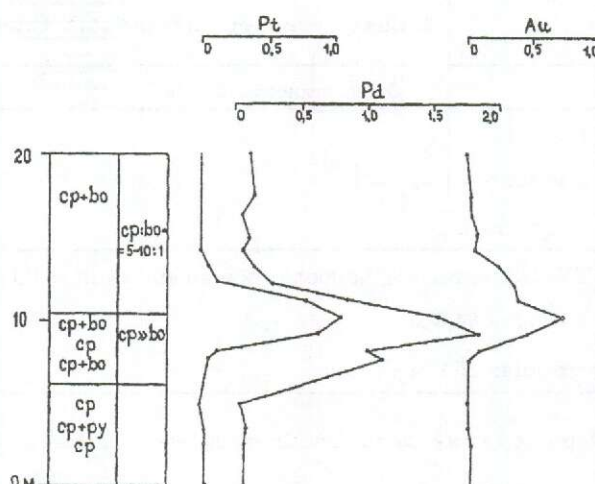


Рис. 5. Контроль концентраций БМ в титаномагнетитовом горизонте борнит-халькопиритовой парагенетической ассоциации

та, определяющие верхние параметры технологических концентратов, составляют по диоксиду Ti 13,4—16,3%, по пентаксиду V 0,89—1,34%, вредные примеси незначительны — P₂O₅ 0,16—0,22%, Cr₂O₃ 0,007—0,029% (табл. 2).

Титаномагнетитовый горизонт является концентратом благородных металлов и частично меди. Оруденение исключительно выдержано по простиранию и падению рудной залежи и относится к автометасоматическому. Наиболее обогащенные Pt, Pd и Au слои приурочены к рудам с высокой железистостью в пределах нижней и средней частей горизонта (рис. 4). Их осаждение происходит в восстановительных условиях, маркируемых появлением борнита (рис. 5), а размещение в пределах горизонта контролируется парагенезисом халькопирит+борнит (0,1—0,5%) [5, 6]. Между содержаниями Pt, Pd и Au существует четкая

3. Характеристика объединенных проб из скважин для проведения технологических испытаний по извлечению БМ

Номера скважин	Технологическая проба, интервал отбора, м	Характеризуемая мощность титаномагнетитовых руд, м	Масса, кг	Средневзвешенное содержание, мг/т*					Удельное содержание на единицу площади, г/м ²
				Pt	Pd	Rh	Au	Σ ЭПГ+Au	
275	ТХ-275, 82,8—87,3	4,5	5,3	642	1121	2,7	453	2210	9,95
360	ТХ-360, 76,7—87,7	11,0	11,0	134	402	—	195	731	8,05

*Пробирный анализ, ЦНИГРИ.

4. Содержание тугоплавких платиноидов в технологических пробах, мг/т

Технологическая проба	Os	Ru	Ir
ТХ-360			
навеска 1	<4	25	4
навеска 2	<4	4	3
ТХ-275, интервал, наиболее обогащенный Pt и Pd			
секция 84,8 м	<4	<4	2
секция 85,8 м	4	<4	<2

П р и м е ч а н и е. Содержание Ir определено из навески 5 г, Os и Ru — 0,5 г кинетическим методом (Москва, ЦНИГРИ).

5. Содержание главных рудных компонентов в технологических пробах

Номера скважин	Cu	TiO ₂	Fe	V ₂ O ₅	Pt	Pd	Au	Ag
	массовое, %				г/т			
275	0,115	8,5	28,9	0,65	0,3	0,54	0,26	2,7
360	0,188	8,7	27,4	0,56	0,22	0,54	0,27	2,2

6. Результаты обогащения проб ТХ-275 и ТХ-360 по магнитно-флотационной схеме

Технологические продукты	Pt		Pd		Au		Ag		Cu	
	г/т	%	г/т	%	г/т	%	г/т	%	г/т	%
<i>Проба ТХ-275</i>										
Медный концентрат	9,9	60,8	22,7	71,7	12,8	82,9	64	40,3	16,5	48,8
Хвосты флотации	0,12	23,1	0,15	14,9	0,05	10,2	1,5	29,7	0,033	14,8
Итого немагнитная фракция ММС 1	0,31	83,9	0,85	86,6	0,44	93,1	3,4	70	0,15	72
Магнитный концентрат	0,1	17,1	0,16	13,4	0,04	6,9	1,8	30	0,072	28
Исходная руда	0,3	100	0,54	100	0,26	100	2,7	100	0,115	100
<i>Проба ТХ-360</i>										
Медный концентрат	11,9	69,4	26,4	72,4	19,3	91,5	77	45,8	22,2	68,5
Хвосты флотации	0,08	22,4	0,14	18,4	0,02	4,5	1,2	34,3	0,063	20,3
Итого немагнитная фракция ММС 1	0,32	91,8	0,68	90,8	0,41	96	2,7	80,1	0,24	93
Магнитный концентрат	0,05	8,2	0,12	9,2	0,03	4	1,2	19,9	0,038	7
Исходная руда	0,22	100	0,54	100	0,27	100	2,2	100	0,188	100

П р и м е ч а н и е. г/т — содержание, % — извлечение.

корреляционная зависимость, а в разрезе титаномагнетитового горизонта наблюдается один (скв. 275) или несколько (скв. 360) обогащенных слоев (см. рис. 4).

Для проведения лабораторных технологических исследований по оценке возможности попутного извлечения БМ были отобраны две пробы титаномагнетитовой руды по керну

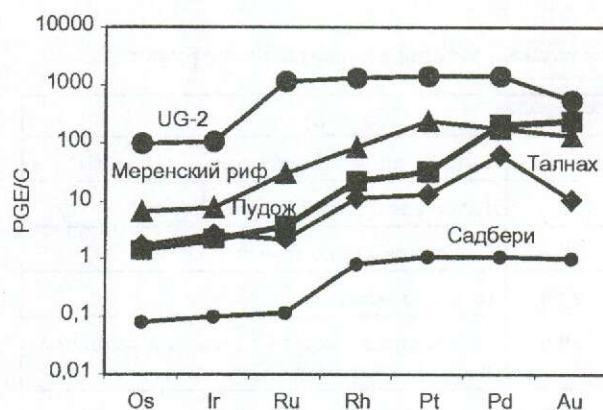


Рис. 6. Средние хондрит-нормализованные распределения ЭПГ и золота для сульфидных фракций руды крупнейших платинометаллических объектов мира и Пудожгорского месторождения

скважин с содержанием $Fe_{вал} \geq 20\%$, т.е. в пределах контура подсчета запасов. Технологическая проба из скв. 360 (ТХ-360) характеризует полную мощность промышленно значимой части титаномагнетитового горизонта в интервале 76,7—87,7 м, а из скв. 275 (ТХ-275) — интервал 82,8—87,3 м, соответствующий слою, наиболее обогащенному БМ (см. рис. 4). Пробы отобраны из центральной части месторождения (профили 2^а и 8), в которой сосредоточено более половины запасов руды, характеризующейся наиболее пологим залеганием и низким коэффициентом вскрыши (см. рис. 1). Масса проб 11 и 5,3 кг. Расчетное средневзвешенное содержание суммы БМ составило 731 и 2210 мг/т (табл. 3), при этом на долю Pd приходится соответственно 54,4 и 50,8%, а тугоплавких платиноидов 2—4 мг/т, что ниже или на уровне чувствительности анализа (табл. 4).

Аналитические исследования по определению содержаний всего комплекса рудных элементов в технологических пробах, выполненные в ЗАО «Механобр-аналит», показали сопоставимые результаты содержаний БЭ с расчетными средневзвешенными (табл. 5).

Технологические исследования проведены на стандартном оборудовании в АО «Механобр-инжиниринг» с учетом накопленного опыта по обработке титаномагнетитовых руд Пудожгорского месторождения. При этом ранее И.В.Дольде [1] была отработана методика флотации хвостов магнитной сепарации для отделения сульфидной фазы. Получен концентрат с выходом 23,86%, содержанием Cu 0,94% при извлечении 70,45%.

Комплексному минералого-технологическому исследованию подверглись пробы

ТХ-275 и ТХ-360. Они обогащались по магнитно-флотационной схеме, разработанной в институте Механобр непосредственно для руд Пудожгорского месторождения [1, 2], с получением магнитного концентрата в «голове» процесса и последующей сульфидной флотацией хвостов мокрой магнитной сепарации. Получены сульфидные концентраты с содержанием меди 16,5 и 22,2%. Они характеризуются высокой концентрацией платиноидов и золота, сумма которых составляет 45,4 и 57,6 г/т (табл. 6). При этом на долю Pd для проб ТХ-275 и ТХ-360 приходится 50 и 45,8%, что несколько ниже исходного содержания в рядовых секционных пробах и средневзвешенного — 50,8 и 55% (см. табл. 3, 5).

По характеру распределения БМ в сульфидной фазе руды Пудожгорского месторождения аналогичны объектам малосульфидной формации и наиболее близки к талнахской группе трапповой формации (рис. 6).

Результаты обогащения лабораторных технологических проб по магнитно-флотационной схеме показали хорошую извлекаемость ЭПГ и Au — от 60,8 до 91,5%. Получены новые данные о содержании Ag в сульфидной фазе (64—77 г/т) и определен процент его извлекаемости (см. табл. 6).

Проведенный комплекс минералого-технологических исследований позволил установить минеральные формы БЭ. Н.С.Рудащевским выявлены шесть минеральных форм палладия и арсенид платины — сперрилит (табл. 7). Установлены самородные формы высокопробного (885—927) золота и сульфид серебра — аргентит (табл. 8). Ранее были определены лишь теллуриды палладия — котульскит, меренскит и серебра — гессит, а также электрум [3].

Таким образом, при лабораторных технологических исследованиях двух проб доказана возможность попутного извлечения БМ, связанных преимущественно с сульфидной составляющей титаномагнетитовых руд, выявлены их минеральные формы и поэлементно рассчитан процент извлекаемости Pd, Pt, Au и Ag. Последний параметр позволяет выполнить технико-экономическое обоснование рентабельности отработки комплексных руд Пудожгорского месторождения, определить стоимость руды в недрах и готовой продукции. Предварительно стоимость сульфидного концентрата, содержащего БМ, оценивается на уровне 8—10% от стоимости руды, что по ценности сопоставимо с Fe. Основную же ценность руды составляют Ti и V. Суммарные прогнозные ресурсы Pd, Pt и Au по месторождению в контурах подсчета запасов (1968 г.) оцениваются в количестве 216 т (см. табл. 1).

7. Химический состав минералов платиновой группы в титаномагнетитовых рудах

Минералы	Pd	Pt	Ag	Bi	Te	As	Сумма	Примечание
Котульскийит	44,5	—	—	1,2	54,8	—	100,5	Включение в халькопирите (10 мкм)*
	44,8	0,4	—	3,5	51,8	—	100,5	Включение в амфиболе (3 мкм)*
	43,5	0,5	—	7,2	48,6	—	99,8	Свободное зерно (5 мкм)
	45,7	0,1	—	2,2	51,8	—	99,8	То же (5 мкм)
Меренскит	29,3	1,2	—	3,1	66,2	—	99,8	На границе халькопирита и амфибола (8 мкм), сросток с гесситом*
	26,9	1,5	—	4,2	67,2	—	99,8	Свободное зерно (3 мкм)
	24,3	7,1	—	4,8	63,7	—	99,9	То же (6 мкм)
Pd ₂ Te	60,5	0,7	—	3,1	34,5	—	98,8	« (5 мкм)
Сопчеит	25	0,3	34,5	0,5	40,2	—	100,5	Сросток с кейтконнитом (5 мкм)
Кейтконнит	68,2	—	—	3,9	26,8	—	98,9	Сросток с сопчеитом (3 мкм)
	69,7	—	—	4,5	25,8	—	100	Свободное зерно (8 мкм)
Сперрилит	—	56,2	—	—	—	43,5	99,7	Сросток с самородным золотом (3 мкм)
	—	56,8	—	—	—	43,3	100,1	Свободное зерно (3 мкм)

Кристаллохимические формулы минералов:

Котульскийит	$Pt_{0,96}(Bi_{0,01}Te_{0,99})$	Меренскит	$(Pt_{0,02}Pd_{1,03})_{1,05}(Bi_{0,06}Te_{1,94})_2$
	$(Pt_{0,04}Pd_{0,99})(Bi_{0,01}Te_{0,99})$		$(Pt_{0,03}Pd_{0,92})_{0,95}(Bi_{0,07}Te_{1,93})_2$
	$(Pt_{0,01}Pd_{0,98})_{0,99}(Bi_{0,08}Te_{0,92})$		$(Pt_{0,10}Pd_{0,87})_{0,97}(Bi_{0,09}Te_{1,91})_2$
Pd ₂ Te	$Pd_{1,02}(Bi_{0,03}Te_{0,97})$	Кейтконнит	$Pd_{2,79}(Bi_{0,08}Te_{0,92})$
	$(Pt_{0,01}Pd_{1,99})_{2,00}(Bi_{0,04}Te_{0,95})$		$Pd_{2,92}(Bi_{0,10}Te_{0,90})$
Сопчеит	$Ag_{4,03}(Pt_{0,02}Pd_{2,95})_{2,97}$	Сперрилит	$Pt_{0,99}As_2$
	$\times(Bi_{0,03}Te_{3,97})_4$		$Pt_{1,01}As_2$

*Анализ данных минералов выполнен Н.С.Рудашевским на микроанализаторе Camscan с полупроводниковым детектором LINK-10000 в 1992 г., остальных — в 1999—2000 гг.

Представляется целесообразным, как это ранее предусматривалось в ТЭДе (1962 г.), ориентироваться на строительство предприятия с полным металлургическим циклом, выплавкой качественных легированных сталей, производством проката, ферросплавов, пигмента диоксида титана, цветных и благородных металлов.

Работа выполнена частично при финансовой поддержке РФФИ «Карелия» (грант № 98-05-03543).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Комплексное использование титаномагнетитовых руд Пудожгорского месторождения / И.В.Дольде, А.Д.Журина, Н.И.Калужский и др. — Петрозаводск, 1965.
2. Резниченко В.А., Шабалин Л.И. Титаномагнетиты. Месторождения, металлургия, химическая технология. — М.: Наука, 1986.
3. Сереброва Е.Л., Филиппов Н.Б., Губко М.Г., Франк-Каменецкий Д.А. Платино- и золотометальная минерализация в титаномагнетитовых габбро-диабазях Карелии // Вест. Санкт-Пе-

8. Химический состав минералов золота и серебра в титаномагнетитовых рудах

Минералы	Au	Ag	Cu	Bi	Te	S	Сумма	Примечание
Электрум	65	35	—	—	—	—	100	Включение в халькопирите на границе с силикатом (1—2 мкм)*
Золото	88,5	11,6	0,1	—	—	—	100,2	Свободное зерно (6 мкм)
	89,7	10,3	0,2	—	—	—	100,2	То же (4 мкм)
	90,5	8,5	0,1	—	—	—	99,1	« (4 мкм)
	90,6	9,3	—	—	—	—	99,9	Сросток со сперрилитом (2 мкм)
	92,7	7,7	—	—	—	—	100,4	Нитевидное включение в амфиболе (1—7 мкм)
Гессит	0,4	62,1	—	0,2	37,5	—	100,2	Свободное зерно (5 мкм)
Аргентит	—	86,8	—	—	—	12,9	99,7	Свободное зерно (9 мкм) в ассоциации с галенитом

Кристаллохимические формулы минералов:

Электрум	$(Au_{0,5}Ag_{0,5})$	Гессит	$(Au_{0,01}Ag_{1,96})_{1,97}Te$
Золото	$(Cu_{0,003}Ag_{0,192}Au_{0,805})$	Аргентит	Ag_2S
	$(Cu_{0,006}Ag_{0,172}Au_{0,822})$		
	$(Cu_{0,003}Ag_{0,146}Au_{0,851})$		
	$(Ag_{0,158}Au_{0,842})$		
	$(Ag_{0,132}Au_{0,868})$		

*См. табл. 7.

- тербургского университета. 1995. Сер. 7. Вып. 1. С. 18—26.
- Трофимов Н.Н., Лавров М.М., Максимычева Т.А., Кукушкина П.И. Дифференцированность Пудожгорской интрузии // Геология и магматизм докембрия Карелии. Петрозаводск, 1993. С. 60—66.
 - Трофимов Н.Н., Голубев А.И. Генезис комплексного благороднометалльного и титаномагнетитового оруденения в дифференцированных габбродолеритовых интрузиях Карелии // Крупные и уникальные месторождения редких и благородных металлов. С.-Пб., 1998. С. 282—291.
 - Трофимов Н.Н., Голубев А.И., Филиппов Н.Б. Платиноидно- и золотосодержащие ванадий-титаномагнетитовые месторождения в дифференцированных габбродолеритовых интрузиях Карелии // Платина России. М., 1999. Т. III. Кн. 2. С. 200—211.

УДК 622.772:622.341.2

© А.Е.Воробьев, А.А.Щелкин, Т.В.Чекушина, 2002

ПЕРЕРАБОТКА МАРГАНЦЕВЫХ РУД ОТХОДАМИ СЕРНОКИСЛОТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

А.Е.Воробьев (Российский университет дружбы народов), А.А.Щелкин (Производственно-конструкторский отдел, Казахстан), Т.В.Чекушина (Институт проблем комплексного освоения недр РАН)

Рассмотрен геотехнологический метод переработки марганцевых руд (выщелачивание) с использованием в качестве восстановителя марганца отходов сернокислотного производства. Даны результаты экспериментов, проведенных на различных типах марганецсодержащего сырья.

Одним из резервов повышения эффективности работы горно-рудных предприятий является вовлечение в разработку и дальнейшую переработку труднообогатимых и некондиционных руд, а также отходов обогатительных фабрик. Например, только на Атасуйском горно-обогатительном комбинате (АО «Атасуруда») при существующей технологии добычи и обогащения марганцевых руд образовались большие запасы бедных и забалансовых руд с высоким содержанием марганца (до 10%), разработка и переработка которых обычными способами не рентабельна. В настоящий момент объем заскладированных в отвал руд составляет более 13 млн. т.

Переработку руд можно эффективно осуществлять геотехнологическими и гидрометаллургическими способами. Известны сульфатный, нитратный, хлоридный, аммонийный и содовый методы выщелачивания марганцевых руд, основанные на восстановлении высших окисленных форм марганца до двухвалентного состояния и осуществляющиеся при высоких температурах, а некоторые из них и при повышенных давлениях [1—5]. Однако вышеуказанные методы выщелачивания марганцевых руд требуют значительных энергетических затрат и характеризуются высокой стоимостью используемых реагентов.

Нами исследована возможность переработки марганцевых руд, при которой в качестве восстановителя используются сульфитно-бисульфитные растворы аммония, являющиеся отходами санитарной очистки выбрасываемых в атмосферу газов сернокислотного производства. Исследования проводились на технологических пробах марганцевой руды Атасуйского горно-обогатительного комбината с месторождений Северный Каражал, Западный Каражал, Восточный Каражал и Большой Ктай. Основная

часть (75—90,6%) марганца в этих рудах находится в окисленной форме, в виде четырехвалентного марганца, который может извлекаться только после восстановления до двухвалентного состояния [6]. Руды относятся к силикатному типу. Марганецсодержащие минералы представлены тонкозернистым (около 80%) пиролюзитом (MnO_2), формирующимся за счет замещения браунита и гаусманита, реликты которых постоянно фиксируются в пиролюзитовой массе. Химический состав марганцевых руд приведен в табл. 1.

Для выщелачивания использовались сернокислые растворы в смеси с сульфитно-бисульфитным раствором при различном содержании сернистого ангидрида. Сернокислый сульфитно-бисульфитный раствор с заданным значением SO_2 получали при разбавлении сульфитно-бисульфитных растворов (с общим содержанием SO_2 2,87—3,05 моль/л) водой с последующим подкислением серной кислотой до концентраций 30 и 50 г/л. Процесс проводился в агитационном режиме, в течение четырех часов при $T:Ж=1:3$.

При контактировании с рудой сернистый ангидрид, содержащийся в сернокислом сульфитно-бисульфитном растворе, переводит находящийся в руде четырехвалентный марганец в легкорастворимую двухвалентную форму, а затем — в раствор с образованием сульфата марганца (табл. 2).

При выщелачивании марганца из руд месторождения Северный Каражал смешанным раствором с концентрацией в нем серной кислоты 30 г/л его максимальное извлечение составляет 68,3 и 85,6% (оптимальное содержание сернистого ангидрида в исходном сульфитно-бисульфитном растворе 0,76—1,52 моль/л). С увеличением концентрации серной кислоты до 50 г/л степень извлечения марганца увеличива-

1. Химический состав марганцевых руд, %

Компоненты	Месторождения			
	Северный Каражал	Восточный Каражал	Западный Каражал	Большой Ктай
Mn ⁴⁺	5,4	6,07	6,58	2,91
Mn _{общ}	5,96	7,1	8,1	3,6
Fe _{общ}	10,1	11,8	12,4	2,3
CO ₂	0,33	0,5	0,5	0,1
S _{общ}	0,19	0,13	0,1	0,83
P ₂ O ₅	Не обн.	0,16	0,17	0,23
K ₂ O	1,45	3,07	2,71	0,75
Na ₂ O	0,24	1,45	3,0	0,11
Zn	0,25	0,21	0,21	0,05
CaO	0,77	0,91	0,85	0,15
MgO	0,83	1,03	0,78	0,17
SiO ₂	59,9	52,6	50,4	39,2
Al ₂ O ₃	2,51	9,4	7,14	3,74
Ni	<0,025	<0,025	<0,035	<0,025
Co	<0,025	<0,053	<0,063	<0,025

Примечание. Содержание Cu во всех пробах <0,0253.

ется и составляет 85,9 и 87,6% (при том же содержании сернистого ангидрида в исходном сульфитно-бисульфитном растворе).

При тех же условиях выщелачивания максимальное извлечение марганца из руд месторождения *Восточный Каражал* составляет 56,3 и 79,4% (оптимальное содержание сернистого ангидрида в исходном сульфитно-бисульфитном растворе 0,72—0,96 моль/л). При увеличении концентрации серной кислоты до 50 г/л и почти том же содержании сернистого ангидрида в исходном сульфитно-бисульфитном растворе степень извлечения марганца увеличивается до 73 и 81,6%; из руд месторождения *Западный Каражал* — 60,3 и 64,5% (оптимальное содержание сернистого ангидрида в исходном сульфитно-бисульфитном растворе 0,98—1,47 моль/л). С увеличением концентрации серной кислоты до 50 г/л степень извлечения марганца возрастает до 68,2 и 72,8%. При этом предел оптимального содержания сернистого ангидрида в исходном сульфитно-бисульфитном растворе снижается до 0,74—1,27 моль/л; из руд месторождения *Большой Ктай* — 89,4 и 95,5% (оптимальное содержание сернистого ангидрида в исходном сульфитно-бисульфитном растворе 0,49—1,02 моль/л). С увеличением концентрации серной кислоты до 50 г/л степень извлечения марган-

ца составляет 95,1 и 95,2% при почти том же оптимальном содержании сернистого ангидрида в исходном сульфитно-бисульфитном растворе — 0,50—1,03 моль/л.

Следует отметить, что увеличение или уменьшение содержания сернистого ангидрида в исходном сульфитно-бисульфитном растворе соответственно выше или ниже указанных пределов приводит к заметному снижению извлечения марганца при смешении с серной кислотой концентрацией 30 и 50 г/л. С увеличением содержания сернистого ангидрида кислотность сернокислого сульфитно-бисульфитного раствора снижается, что связано с процессом нейтрализации щелочосоставляющих сульфитно-бисульфитного раствора серной кислотой. Снижение содержания сернистого ангидрида в сернокислом сульфитно-бисульфитном растворе ведет к недостатку количества сернистого ангидрида для восстановления Mn⁴⁺, хотя кислотность выщелачивающих растворов увеличивается.

Результаты исследований, приведенные в табл. 2, подтверждают целесообразность применения в качестве восстановителя четырехвалентного марганца растворов солей аммония, являющихся отходами санитарной очистки выбрасываемых газов сернокислотного производства.

2. Выщелачивание марганца из марганецсодержащих руд сернокислыми сульфитно-бисульфитными растворами

Концентрация H ₂ SO ₄ , г/л	Содержание SO ₂ в сульфитно-бисульфитном растворе, моль/л	рН сернокислого сульфитно-бисульфитного раствора	Содержание Mn в выщелоченной руде, %			Извлечение Mn в раствор, %
			Mn ²⁺	Mn ⁴⁺	Mn _{общ}	
<i>Северный Каражал</i>						
30	3,05	5,1	2,57	1,63	4,2	33,0
	1,52	3,4	0,77	0,24	1,01	85,6
	0,76	1,9	0,71	1,46	2,17	68,3
50	3,05	4,8	3,06	0,46	3,52	37,9
	1,52	2,2	0,92	0,07	0,99	85,9
	0,76	1,4	0,43	0,47	0,9	87,6
<i>Восточный Каражал</i>						
30	2,87	4,9	4,76	1,14	5,9	15,7
	1,43	2,3	4,50	0,17	4,7	33,3
	0,96	2,0	1,51	0,25	1,76	79,4
	0,72	1,8	1,94	1,54	3,48	56,3
50	3,01	3,2	2,54	3,46	6,0	14,3
	1,5	2,0	1,46	1,08	2,54	65,5
	1,0	1,6	1,07	0,41	1,48	81,6
	0,76	1,3	1,07	1,13	2,2	73,0
<i>Западный Каражал</i>						
30	2,94	4,8	4,4	1,0	5,40	15,9
	1,47	2,3	2,0	0,76	2,76	64,5
	0,98	1,98	1,87	1,29	3,16	60,3
50	2,54	3,3	0,98	4,42	5,40	22,9
	1,27	1,9	1,5	0,74	2,24	72,8
	0,84	1,6	1,28	1,41	2,69	67,7
	0,74	1,3	1,39	1,23	2,62	68,2
<i>Большой Ктай</i>						
30	3,05	5,2	0,56	0,85	1,41	66,5
	1,52	2,6	0,45	0,60	1,05	74,3
	1,02	2,2	0,17	0,03	0,2	95,5
	0,74	1,7	0,25	0,11	0,36	91,9
	0,49	1,6	0,26	0,21	0,47	89,4
	0,37	1,3	0,32	0,8	1,12	74,0
50	3,08	3,3	1,59	Не обн.	1,59	60,3
	1,54	1,8	0,45	0,33	0,78	82,1
	1,03	1,5	0,18	0,02	0,22	95,1
	0,74	1,2	0,18	0,08	0,26	94,3
	0,50	1,0	0,17	0,05	0,22	95,2
	0,37	0,8	0,25	0,65	0,9	79,3

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Галкова Л.И., Птицын А.Н. Выщелачивание марганца соляной кислотой в технологии переработки карбонатных марганцевых руд // Комплексное ис-

пользование минерального сырья. 1987. № 4. С. 28—30.

2. Какабадзе В.М. Обработка марганцевых шламов и руд сернистым газом // ЖПХ. 1951. Т. 24. № 3. С. 252—263.

3. Печерская А.Г., Гедзь Н.М. Переработка бедных марганцевых руд и шламов при помощи отработанных травильных растворов // Горный журнал. 1965. № 6. С. 64—65.
4. Технология чанового выщелачивания марганца из отходов обогащения и некондиционных руд / Ш.А.Алтаев, Б.Ш.Карпыкбаева, Г.М.Черный и др. // Комплексное использование минерального сырья. 1984. № 10. С. 6—9.
5. Чачанидзе И.П., Сванидзе М.И., Ракиашивили И.В. Обогащение бедных марганцевых руд и шламов. Физикохимия и металлургия марганца. — М.: Наука, 1983. С. 96—99.
6. Щелкин А.А., Баранов В.М., Бубнов В.К., Яхно Я.И. Патент Российской Федерации № 2039109 // Открытия. Изобретения. Бюл. № 19. 09.07.95 г.

УДК 681.3.01:[553.81+553.41/48]

© В.В.Кузнецов, Е.В.Иваненкова, А.В.Конкина, 2002

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ СИСТЕМА (ИАКС) ОБЕСПЕЧЕНИЯ МОНИТОРИНГА МСБ АБЦМ*

В.В.Кузнецов, Е.В.Иваненкова, А.В.Конкина (ЦНИГРИ МПР России)

Разработаны программно-технологические средства информационно-аналитической компьютерной системы мониторинга МСБ АБЦМ. В качестве СУБД для хранения атрибутивной информации использована система Access. В основе идеологии системы лежит стандартное описание структуры отношений, включающее имена, типы и размеры полей, первичные и внешние ключи, а также все связи между таблицами. Основным инструментом для работы с векторными картами служит пакет ГИС PC ArcInfo 3.4.2+ArcView 3.1 for Windows (ESRI). В системе средствами ГИС реализованы режимы табличного и графического просмотра, вычисление производных показателей, наложение географических элементов на карту, подсчет протяженности линейных объектов и площадей полигонов, построение различных графиков, корректировка легенды тематических карт.

Математические методы и ЭВМ в НИР ЦНИГРИ стали применяться с созданием вычислительного центра в 1986 г. Но значительно ранее, начиная с 1975 г., ведущие ученые ЦНИГРИ сначала с большой осторожностью, а затем все более интенсивно начали применять ЭВМ при прогнозно-металлогенетических исследованиях и анализе тенденций развития МСБ СССР. Так, под руководством Д.И.Горжевского в 1977—1979 гг. и позднее на Рудном Алтае проводились исследования по разработке методики количественного прогнозирования колчеданно-полиметаллического оруденения. Это направление нашло отражение в ряде отчетов и в монографии по принципам прогнозирования [4]. В работах М.Б.Бородаевской и Д.И.Горжевского постоянно отмечалась необходимость применения математических методов, количественного прогнозирования и прогрессивных компьютерных технологий при формационном анализе, прогнозе и поисках месторождений [5, 6].

Система мониторинга МСБ алмазов, благородных и цветных металлов создана в ЦНИГРИ под руководством А.И.Кривцова. Она функционирует с 1993 г. по настоящее время и включает две основные составляющие — выбор показателей ключевых баз данных и создание информационно-аналитического программно-технологического комплекса управления данными. Настоящая статья посвящена исключительно второму аспекту проблемы.

При проектировании системы и выборе программно-технологических средств ее обеспечения определяющими были состав баз и банков данных и реквизиты каждого из них. В связи с тем что в систему мониторинга МСБ АБЦМ входят банки и базы данных по странам мира, федеральным округам, субъектам Российской Федерации, балансовым месторождениям алмазов, цветных и благородных металлов, а также специализированная картографическая информация, проектирование фактографических и картографических банков про-

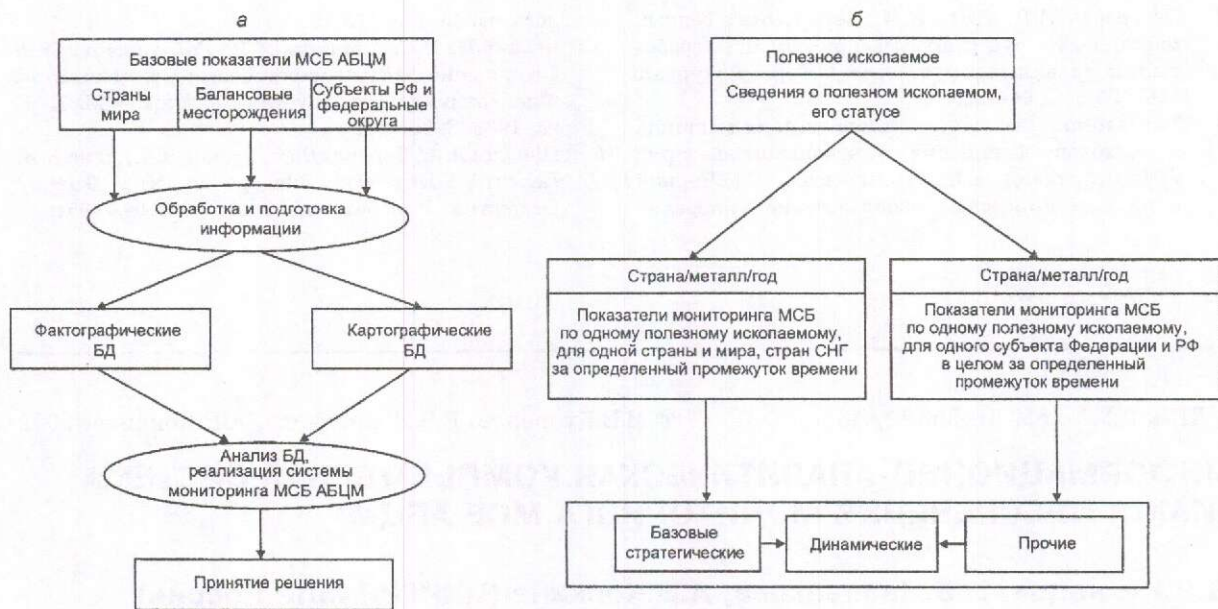


Рис. 1. Технологическая схема (а) и информационно-логическая модель данных (б) построения ГИС мониторинга МСБ АБЦМ

водилось с созданием связующих блоков и режимов просмотра фактографических данных, описывающих графический объект, т.е. на основе применения ГИС-технологии.

ГИС — набор приемов сбора, хранения, поиска, преобразования и отображения пространственных характеристик реального мира [2]. Общая технологическая схема построения и функционирования ГИС приведена на рис. 1. Исходная информация представляет собой базовые показатели МСБ АБЦМ для Российской Федерации и ведущих зарубежных стран. Анализируемые периоды времени для всех типов объектов — 1970—1990 гг. (по границам пятилеток) и 1991—2000 гг. (по годам). Показатели МСБ хранятся в геоинформационной системе для следующих видов полезных ископаемых: золото (общее, коренное и россыпное), серебро, платина (общая и россыпная), алмазы, медь, никель, свинец, цинк и кобальт.

Картографическая исходная информация представлена различными видами геологических и географических карт и атрибутов. Обработка исходной картографической и фактографической информации с применением современных технико-технологических средств обеспечивает создание соответствующих баз и банков данных (см. рис. 1).

Базы и банки данных служат основой для реализации системы мониторинга на современном технико-технологическом уровне. Объекты в БД хранятся в двух видах: картографическом и атрибутивном. Атрибутивные

данные организованы в виде связанных общими полями таблиц (реляционная модель). Карты имеют векторное топологическое представление (дугоузловая и полигональная топология).

Информационно-логическая модель соответствует исходной информации. Основные объекты предметной области и связи между ними приведены в виде ER-диаграммы (см. рис. 1), а также в общей структуре базы данных. Основные выделяемые сущности (объекты) следующие: типы полезных ископаемых; единицы административного деления; периоды времени.

При разработке информационно-логической модели и детальном рассмотрении информационной области выяснено, что имеющиеся данные не образуют статичных наборов признаков и характеризуются временной динамикой по годам. Кроме того, многие признаки повторяются для различных видов полезных ископаемых. Чтобы избежать избыточности данных, уже на этапе проектирования дополнительно были выделены такие категории объектов предметной области — «страна/металл/год», «субъект Федерации (федеральный округ)/металл/год». Эти объекты и являются основным элементом структуры базы данных, а также основным элементом внешней, пользовательской модели данных при их вводе. На выходе основными объектами внешней модели данных являются «субъект Федерации» (федеральный округ), «металл».

В основе системы лежит понятие базы данных как совокупности таблиц, связанных общими атрибутами, и метаданных, описывающих свойства таблиц, атрибутов и связей. Метаданные также могут включать дополнительные свойства — длинные имена, пояснения, подробности физической организации таблиц. Ядро системы спроектировано таким образом, чтобы вся сопроводительная информация базы данных хранилась централизованно в базовом формате конкретной СУБД и могла быть восстановлена в любой момент стандартными средствами.

При проектировании реляционной структуры данных, выделении таблиц и определении ключевых полей использовался традиционный подход — нормализация универсального отношения. Хранение данных в виде выделенных отношений (плоских таблиц) исключает аномалии вставки, удаления, редактирования и обеспечивает целостность данных базы. Формализация и стандартизация описания реляционной структуры позволяют хранить всю логику данных не в специализированном приложении, а в системных таблицах определенной заранее (стандартной) структуры. При проектировании в каждом отношении были выделены расчетные показатели, входящие в структуру отчетов и запросов к базе, но физические не хранимые.

Спроектированная модель данных позволяет работать как со всей базой в целом, так и с отдельными (частными) блоками. При фиксированной структуре справочников и определенных правилах идентификации объектов каждый из блоков данных существует в качестве локальных баз (на этапе сборки и эксплуатации). Справочники по своей структуре и форматам отвечают принятым в настоящее время для Государственного банка цифровой геологической информации [3]. Исходя из вышеописанной информационно-логической модели базы данных перечень типов информационных задач, которые решаются на основе этой базы данных, представляется таким: 1) выдача исходных и базовых заложенных в структуру расчетных параметров как по стране в целом, так и по отдельным годам, по металлам отдельно или интегрально; 2) расчет любых других алгоритмических показателей с помощью аппарата вычислений СУБД как по стране в целом, так и по отдельным годам, по металлам отдельно или интегративно; 3) алгоритмическая группировка стран по любому из показателей, в том числе и по расчетам; 4) проведение запросов с выдачей любых расчетных характеристик, основанных на исходных или расчетных, как по заложенным в базу группам

стран (части света, экономические типы), так и по алгоритмическим группам.

Целостность данных в случае отдельного редактирования и пополнения обеспечивается средствами СУБД. В качестве СУБД для хранения атрибутивной информации использована система Access. В основе идеологии системы лежит стандартное описание структуры отношений, включающее имена, типы и размеры полей, первичные и внешние ключи, а также все связи между таблицами.

На основе стандартного описания структуры реализованы обеспечение ссылочной целостности, отслеживание уникальности главного ключа таблицы, модификация атрибутов в ходе работы, реализация всех возможных связей между таблицами и запросами. В целях совместимости используются лишь стандартные типы данных (ANSI). На этой основе реализованы экранные формы ввода и визуализации геоинформации (рис. 2), позволяющие пользователю осуществлять просмотр и поиск фактографических данных.

СУБД формализует поддержку реляционной модели штатными средствами. Для успешной работы с данными должны соблюдаться как минимум три принципа: 1) реляционность — соблюдение чистоты модели; 2) независимость — данные должны быть независимы от аппаратной и программной части банков. Подсистемы ввода, обработки, представления, вывода должны быть подключены так, чтобы их было легко изменить, заменить, удалить вообще без ущерба для структуры данных; 3) прозрачность — данные и структуры данных должны быть прозрачны для доступа прикладных программ, разумеется, с соблюдением санкционированности.

Функциональное назначение системы состоит в компьютерном сопровождении процедур принятия управленческих решений, их реализации, отслеживании результатов реализации, моделировании различных вариантов использования и развития МСБ, сопоставлении результатов реализации различных вариантов и выборе оптимального.

Средствами ГИС на основе БД реализуется система мониторинга путем анализа геоинформации, содержащейся в БД. Система мониторинга МСБ строится таким образом, чтобы обеспечивать при своем функционировании решение следующих основных задач: ввод исходных данных; обеспечение обмена информацией; ведение и оперативная корректировка баз данных; формирование запросов к базам данных и их хранение; обработка запросов (в том числе многоуровневых); аналитическая обработка информации; вывод информации в

Страны СНГ

Казахстан

КОД СТРАНЫ

МЕТАЛЛ

ГОД

ЗАПАСЫ ОБЩИЕ ТЫС.Т

ЗАПАСЫ ПОДТВЕРЖДЕННЫЕ ТЫС.Т

ДОБЫЧА ТЫС.Т

ПРОМЫШЛЕННОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ ТЫС.Т

Фильтр

Отмена фильтра

РЕДАКТИРОВАНИЕ СПРАВОЧНИКОВ

Запись: из 116 (Фильтр)

Рис. 2. Экранная форма базы данных «Минерально-сырьевая база зарубежных стран»

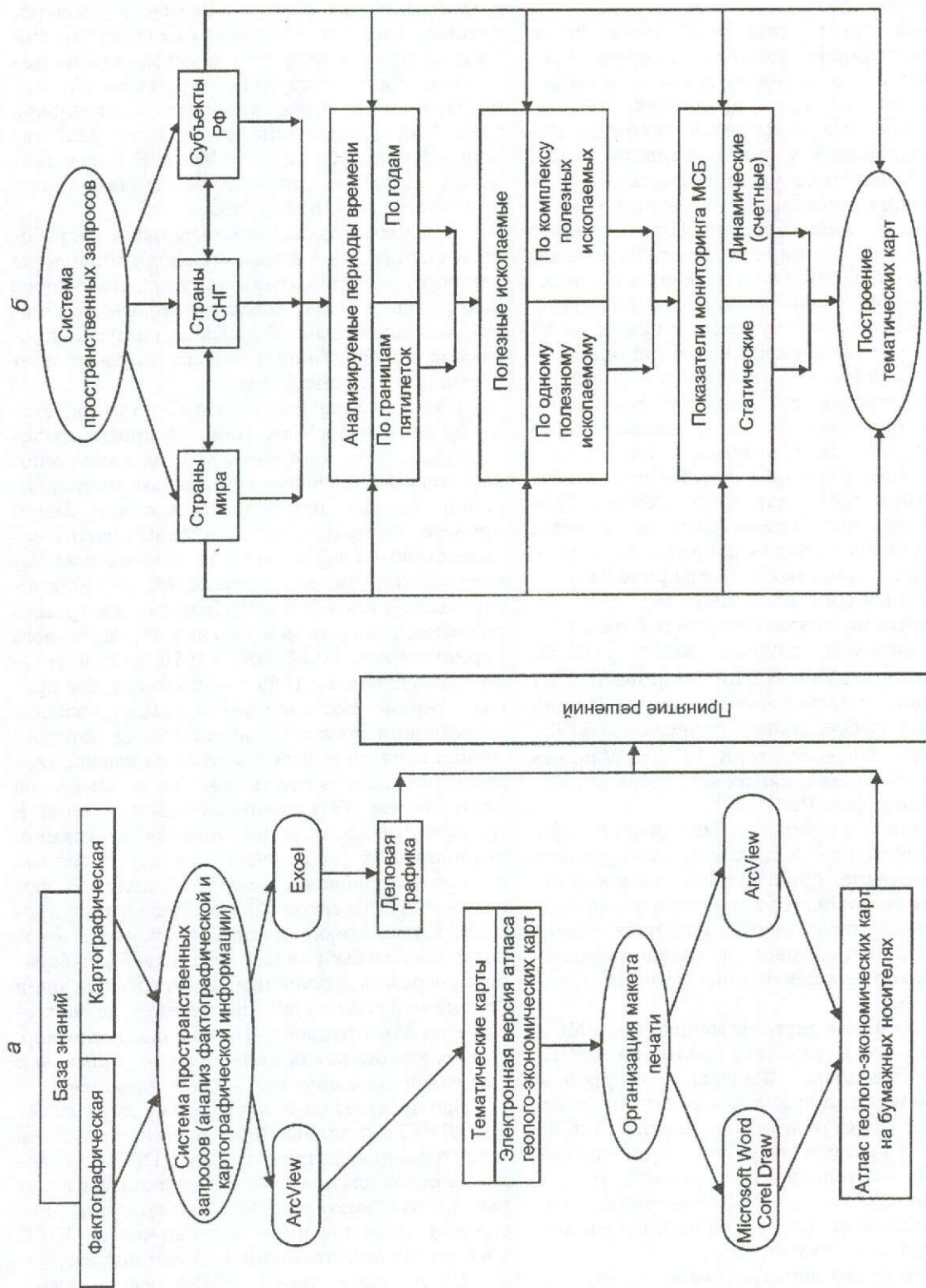


Рис. 3. Технологическая схема реализации системы мониторинга МСБ АБДМ (а) и пространственных запросов к атрибутивной и картографической информации (б)

виде «подсказок», справок, отчетов для принятия решений; выбор наиболее информативных форм вывода; создание тематических карт выбранных показателей.

Система мониторинга МСБ опирается на базы знаний, формирующиеся на основе банков данных, и спроектирована как многосырьевая система, т.е. для управления МСБ по группам полезных ископаемых (цветные металлы, благородные металлы и алмазы и т.д.), и по минеральным ресурсам в целом анализируются общие (сквозные) показатели. Специфические для каждого полезного ископаемого данные (единицы измерения, способы добычи) хранятся в справочнике по полезным ископаемым. Общая последовательность операций для получения конечного продукта и принятия на его основе управленческих решений приведена на рис. 3. Особо отметим систему пространственных запросов (см. рис. 3), позволяющую на основе пространственно-временных переменных анализировать показатели мониторинга по видам полезных ископаемых.

Мониторинг МСБ характеризуется географической разобщенностью объектов управления. Для подобных задач наиболее адекватно компьютерное средство — географические информационные системы (ГИС).

Основным инструментом для работы с векторными картами служит пакет ГИС PC ArcInfo 3.4.2+ArcView 3.1 for Windows (ESRI). Проективные преобразования карты России производились средствами отечественной ГИС — GeoDraw 2.11+GeoGraph 1.1 for Windows (Центр геоинформационных исследований Института географии РАН).

В системе средствами ГИС реализованы режимы табличного и графического просмотра, вычисление производных показателей, наложение географических элементов на карту, подсчет протяженности линейных объектов и площадей полигонов, построение различных графиков, корректировка легенды тематических карт.

Использование системы мониторинга МСБ позволяет анализировать состояние МСБ субъектов Российской Федерации по уровню добычи, запасам, прогнозным ресурсам, обеспеченности ГРП ставками возмещения и т.п. На основе этого анализа могут быть приняты оптимальные управленческие решения по направлениям ГРП, а с учетом планируемых изменений показателей получен прогноз состояния МСБ на перспективу.

Система имеет двухуровневое строение. С каждым уровнем связываются свои базы данных, которые могут анализироваться и обрабатываться на картографической основе с помо-

щью двухуровневой системы запросов: региональный запрос (по областям, планшету, произвольным контурам) и локальный (по именам и координатам объектов). Все базы устроены сходным образом, в одной из них основная таблица создается запросом с указанием названий стран мира, в другой — стран СНГ. Данные по месторождениям хранятся в отдельной базе. Такое разделение сделано для удобства дальнейшей работы в ArcView. В базах данных с помощью запросов вычисляются различные счетные показатели.

Для удобства занесения данных разработаны специальные формы, позволяющие легко находить и просматривать уже имеющиеся материалы, а также добавлять новые. Для этого с помощью языка VisualBasic написана программа поиска. Пополнение баз данных идет постоянно в течение года.

Для визуализации результатов разработаны проекты в ArcView. Каждый проект создается для отдельного металла и для одного показателя. Исключение составляют месторождения: все они помещаются в одном общем проекте. Раскраска карты производится в соответствии со значениями показателей за последний год (для месторождений по металлогеническим провинциям). Строится диаграмма развития показателя в течение определенного периода времени: обычно с 1970 по 1990 гг. — по пятилеткам, а с 1990 г. — по годам. Все проекты, кроме месторождений, имеют выход в один общий проект — Menu.apr, из которого можно попасть в любой другой из имеющихся проектов. Для этого написано специальное программное обеспечение на языке Avenue. В проекте месторождений имеется программа, позволяющая подключать геометризованные модели для выбранных месторождений. В проектах для субъектов России существует программа, позволяющая подключать карты и показатели для выбранного субъекта. Разработана программа, позволяющая открывать один проект ArcView из другого проекта, не закрывая при этом первого. Это удобно, например, для сравнения показателей в разных регионах или связанных друг с другом показателей.

Все проекты связаны с базами данных через ODBC с помощью SQL-соединения. Часть таблиц подключается в формате DBF. Это сделано в основном для тех таблиц, данные в которых не нуждаются в частом обновлении, поскольку подключение таблицы через ODBC требует дополнительного времени при загрузке. Соединение через ODBC обеспечивает «живую» связь с базой, необходимо только обновлять легенды в проектах, числовые метки и диаграммы. Разрабатывается программное

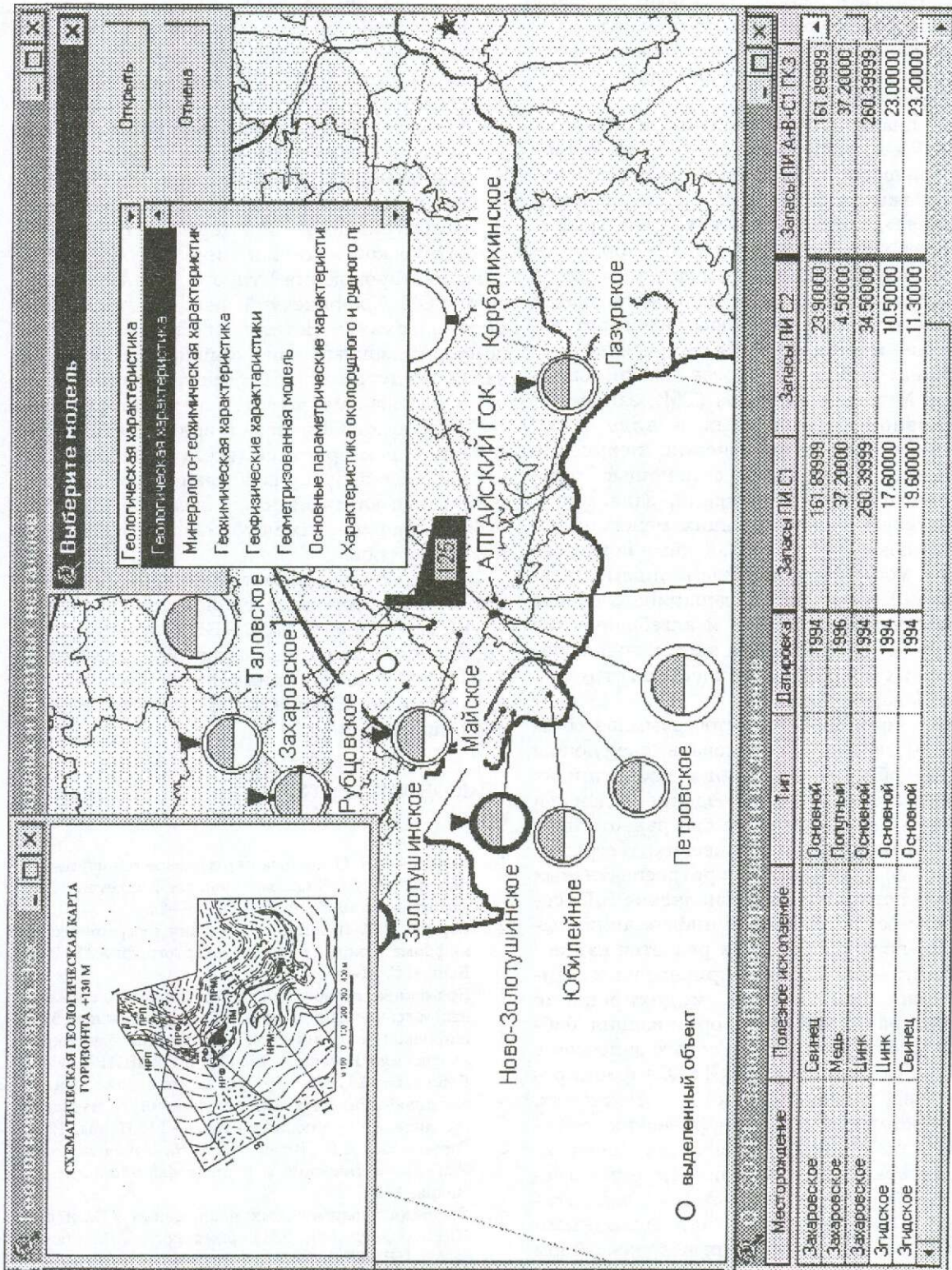


Рис. 4. Экранная форма визуализации многоуровневых запросов к базе данных по месторождениям цветных металлов

обеспечение, позволяющее проводить полное обновление проекта ArcView в соответствии с табличными значениями автоматически. Интересно отметить, что аналогичный стандарт цифровых геологических карт и модель данных для хранения описательной геологической информации применяются при создании ГИС для Северной Америки [7].

Блок анализа МСБ, используя средства ГИС ArcView, выполняет следующие функции: графическое отображение любого показателя в виде карты распределения его значений по субъектам Российской Федерации; графическое отображение показателей в виде гистограмм, графиков и диаграмм на экране дисплея. Изображение в виде диаграмм может быть наложено на карту любого показателя; оформление макета печати и получение твердой копии на любом устройстве печати, совместимом с Microsoft Windows (TM); запросы к атрибутивной базе данных в виде логико-арифметических выражений; получение производных показателей с помощью логико-арифметических выражений, задаваемых пользователем и связывающих между собой исходные показатели. Производные показатели также могут быть выданы в виде карт по субъектам Российской Федерации; сложные пространственные запросы и алгебраические операции с разными слоями карты; подключение внешних баз данных с описанной структурой (со словарем данных).

Кроме того, созданное программное обеспечение позволяет реализовать следующие функции: обеспечение ввода разнотипных данных из локальных баз, создание, ведение и оперативная корректировка баз разнотипных данных — геолого-экономических, географических и т.п.; поддержка баз ретроспективных данных — периодическое пополнение БД с сохранением ранее введенной информации; выполнение преобразований и расчетов над показателями — вычисление приведенных и динамических показателей, моделирование сценариев развития МСБ; организация библиотеки многоуровневых типовых запросов с параметрами (синтаксис ANSI SQL); формирование и обработка запросов к БД — текстовых, логико-арифметических, графических; интерактивная работа пользователя с графическими и цифровыми образами исследуемых объектов; выполнение различных графоаналитических преобразований над исходными данными; создание различных выводных форм — деловая графика, картографическое отображение показателей, таблицы в виде стандартизованных макетов печати; поддержка се-

тевого обмена данными; развитые средства обмена данными между локальными и «тяжелыми» СУБД с использованием словарей баз (генерация SQL сценариев).

В качестве примера на рис. 4. приведена графическая визуализация многоуровневого запроса к картографической и фактографической базам данных. Это позволяет путем наложения окон с разнотипной информацией анализировать фактографические и графические данные по конкретному месторождению с последующим принятием необходимых решений. В рассматриваемом примере на фрагменте схематической металлогенической карты РФ даны месторождения Рудного Алтая и Алтайский ГОК. Графический знак несет следующую нагрузку: металл (цвет знака), рудно-формационный тип (комбинация цветовой заливки внутри знака), масштаб (размер знака) и т.д. Выбрано конкретное месторождение — Захаровское. Для него в виде таблицы приведены характеристики (всего более 40 показателей). По запросу выведена детальная геологическая карта из комплекса крупномасштабных графических материалов, хранящихся в виде растров.

В заключение отметим, что по программно-технологическим свойствам созданная ИАКС мониторинга МСБ АБЦМ отвечает всем требованиям, предъявляемым к современным ГИС [1], и успешно применяется в рамках Государственного банка цифровой геологической информации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Борисов А.В. Основные черты современной настольной ГИС // Информационный бюллетень ГИС ассоциации. 1996. № 3 (5). С. 65—66.
2. Бэрроу П.А. Принципы создания географических информационных систем // Картография. М., 1994. Вып. 4. С. 31—42.
3. Временные требования к представлению справочных и ссылочных данных в Государственный банк цифровой геологической информации о недропользовании в России. — М.: ГУТН ГлавНИИЦ, 2000.
4. Горжевский Д.И. Принципы прогнозирования свинцово-цинковых месторождений и методика составления прогнозных карт. — М.: Недра, 1978.
5. Горжевский Д.И., Козеренко В.Н., Константинов Р.М. Магматические и рудные формации. — М.: Недра, 1986.
6. Система геологических наблюдений / Под ред. М.Б.Бородаевской, Д.И.Горжевского, Г.В.Ручкина. — М.: ЦНИГРИ, 1992.
7. Raines G.R. Semantic generalization of geologic maps for environmental studies // Abstracts volume. 31 international geological congress. Brazil, 2000.

К ДИСКУССИИ О ГЕНЕЗИСЕ РУД КАРЛИНСКОГО ТИПА. СУЗДАЛЬ-ТРЕНД, ЮГО-ЗАПАДНЫЙ АЛТАЙ

В.А.Нарсеев (Интергеоконсалтинг)

Уже около 40 лет Carlin-type & Carlin-trend — предмет разностороннего изучения и объект интенсивной добычи золота [11]. За это время опубликованы сотни работ, а количество добытого металла давно перевалило за тысячу тонн. По мнению большинства американских исследователей, отличительными признаками золотого оруденения карлинского типа являются:

положение месторождений в зонах тектономагматической активизации на границе эв-и миогеосинклинальных зон во фронтальных частях надвигов и в пластинах аллохтона;

широкий диапазон возраста рудовмещающих пород (от раннего палеозоя до мезозоя);

широкий диапазон возраста интрузивных пород (более 100 млн. лет);

развитие мелких тел и даек фельзитов в дискордантных поясах регионального заложения;

мезозойский и третичный возраст минерализации и оруденения;

стратиформный характер золото-сульфидной минерализации, представленной тонкозернистыми сульфидами и дисперсным золотом в углеродистых терригенно-карбонатных породах и джаспероидах; выраженный литологический контроль оруденения углесто-глинисто-карбонатными и известково-алевролитовыми пачками разреза;

развитие в рудах и околорудных породах (джаспероидах) минералов кремнезема — от опалов до нормального α -кварца;

перераспределение углеродистых веществ в породах вплоть до образования жил шунгита и графита;

наложенная кварц-сурьма-мышьяковая (реальгар, аурипигмент, антимонит) и киноварная минерализация, сопровождаемая аргиллизацией пород;

развитие брекчиевых образований различной природы — от седиментогенных до взрывных.

Все эти признаки, с нашей точки зрения, характеризуют месторождения карлинского типа как образования зон автономной тектономагматической активизации.

С момента опубликования первых работ по Карлину и Кортцу в Калбинской золотоносной провинции Юго-Западного Алтая была организована работа по прогнозу и поискам месторождений карлинского типа [5, 7, 8]. Известные золото-сульфидные месторождения в углеродистых терригенных толщах Бакырчикского и Боко-Васильевского рудных районов были классифицированы на три группы по генезису — осадочные, эндогенные гидротермально-метасоматические и полигенные [6]. Вновь выявленные рудопоявления Жанан, Восточный Семейтау, Сарымбет были отнесены с оговорками к карлинскому типу, а площадь Семипалатинского Прииртышья (левобережье р. Иртыш) оценена как перспективная на карлинский тип. Вся эта территория была опосредованно с применением мелкометражного бурения с гидротранспортом керна и анализом проб из структурной коры выветривания на золото, мышьяк и ртуть. Беспрецедентный объем бурения (более 1 млн. м) и опробования дали свои результаты. Были обнаружены сотни аномалий, десятки проявлений золота, среди которых Суздаль, Джерек, Болдыколь, Мукур, Кемпир и другие образовали ряд зон. Главная из них названа нами по аномалии с Карлином Суздаль-трендом. Впоследствии разведкой было установлено промышленное значение Суздальского, Джерекского и Жананского месторождений и начаты работы по кучному выщелачиванию окисленных руд. Однако после распада СССР геологоразведочные работы в районе практически прекратились. Не менее десятка объектов, в первую очередь Суздаль, Жанан, Болдыколь, требуют разведки на глубину и опосредованно по простиранию рудоносных зон [1, 4, 9]. В настоящее время наметилась активизация работ в районе бывшего атомного Семипалатинского полигона.

Первое детальное изучение Жананского рудного поля выполнил В.С.Шибко (1970—1973), который отметил, что, наряду с вкрапленной пирит-арсенопиритовой минерализацией в черных сланцах, аналогичной бакырчикской, имеется ряд существенно отлич-

ных типов минерализации в субвулканических телах андезитов, дайках субщелочных гранитов, известняках. Им были выявлены секущие северо-восточные кварц-антимонитовые жилы и сделан вывод о совмещении на Жанане разновозрастного оруденения.

При разведке Джерека В.И.Зенкова (1978) установила наличие в рудном поле вулканопольной постройки с широким развитием туфов кварцевых порфиров и субвулканических тел фельзит- и гранит-порфиров. Было отмечено характерное развитие сурьмяной минерализации (блеклые руды, антимонит, бертьерит, самородная сурьма). В.А.Нарсеевым и В.А.Глобой (1979) доказан переход золото-кварцевой минерализации из экзоконтактовых ороговикованных углеродистых алевролитов буконьской свиты в вулканы Семейтауской постройки. Кроме того, были выделены и прослежены пояса даек северо-восточного простирания, секущих все породы района, в том числе и семейтауские, и сопровождаемых березитизацией, шликковыми ореолами киновари и метациннабарита, мелкими проявлениями антимонита.

Разведка месторождения Суздаль также дала много неожиданного: под несущими промышленное оруденение карбонатно-терригенными породами (алевролиты, мергели, известняки, джаспероиды) с золото-пирит-антимонитовой, полиметаллической и ртутной минерализацией были вскрыты углеродистые терригенные породы (алевролиты, аргиллиты, песчаники) с вкрапленным пирит-арсенопиритовым оруденением. Это существенно увеличило объем руды и запасы металла. Круг замкнулся — все компоненты карлинского типа в этом регионе оказались налицо.

Геологическое строение северо-западного окончания Калбинской золотоносной провинции — Семипалатинского Прииртышья — очень сложное. На левобережье Иртыша от р.Чар на юго-востоке до р.Шаган на северо-западе распространены каменноугольные отложения. Широко представлены терригенные образования раннего карбона (песчаники, алевролиты), менее развиты углеродистые песчано-сланцевые, алевро-сланцевые и известковистые терригенные породы среднего карбона. Локально проявлены черносланцевые толщи позднего карбона. В юго-западной части района в разрезе эвгеосинклинальных каменноугольных отложений преобладают вулканогенные и вулканомиктовые породы.

Каменноугольные отложения слагают серию аллохтонных пластин северо-западного простирания. Их длина обычно 100—120 км,

ширина 25—30 км. Пластины разделены разломами в виде зон смятия и дисгармоничной складчатости, дробления, окварцевания. Вдоль некоторых разломов закартированы линзы, будины и жилородные тела серпентинитов и лиственитов с киноварной и золото-киноварной минерализацией.

Юго-западная часть района сложена породами раннего палеозоя и рифея (вулканогенные, вулканогенно-терригенные, карбонатные толщи). Они относятся к автохтону и разделены на узкие блоки разломами различного, преимущественно северо-западного, простирания.

Магматизм в районе представлен исключительно мощно и разнообразно. Для раннего палеозоя характерны крупные изометричные эпизональные массивы гранодиоритов — диоритов. В раннем карбоне проявлены магматиты габбро-диабаз-габбро-диоритовой формаций. Верхнекаменноугольный (аргимбайский) комплекс представлен мелкими телами габбро, габбро-диоритов и диабазов, особенно изобильных в зоне границ автохтона и аллохтона. Следующий по возрасту C_3 — P_1 щелочно-гранит-гранодиоритовый салдырминский комплекс представлен как крупными массивами (Жоконь), так и мелкими штоками, дайкообразными дискордантными телами. В восточной части района ему отвечает кунушский золотоносный комплекс гранит-гранодиорит-диоритов. К этому же комплексу относятся дайки гранит-порфиров, фельзитов и диоритовых порфиров, образующие как протяженные до 1 км единичные тела, так и обширные поля, согласные с простиранием вмещающих пород. Далее, в основном за пределами района, к востоку широко развиты батолитоподобные массивы калбинских (P_2) биотитовых лейкогранитов (Дельбегетей, Бельгааш, Белокаменский и др.).

Уникальным образованием района является Семейтауская вулканоплутоническая постройка [4], имеющая овальную в плане форму, размер 50×30 км, сложенная нижнетриасовыми породами. В ее строении участвует самый сложный комплекс пород: гипабиссальные фации сиенодиоритов и монзонитов, субвулканические образования щелочных пород (трахидацинты, шопониты и др.), вулканические лавовые и пирокластические фации, трубки взрыва. Видимо, этим породам синхронны протяженные (2—3 км) дайки фельзит- и сиенит-порфиров, спессартитов и минетт северо-восточного простирания. По геологическому положению, отражению в гравитационном и магнитном полях, петрохимическому составу образования Семейтауской постройки относятся нами к плюмовым продуктам. По данным [4, 7], с этой вулканоплутонической системой

связано золотое оруденение, причем золото ассоциирует с сурьмой, ртутью, мышьяком.

Металлогения района достаточно сложна, хотя главную роль здесь играет золото. Никелевая, ртутная, медная минерализации имеют, скорее, индикаторный характер. Известное золотое оруденение приурочено к зоне сочленения мио- и эвгеосинклинальных структур. Конкретным выражением этой зоны являются Семейтауский прогиб (MZ-этаж), Горностаевский выступ (доС), Каиндино-Желльдытауское поднятие раннегерцинского этажа, Муржикский выступ (доС) и сопряженный Жананский прогиб с молассой (PZ₃). В региональном плане Суздаль-тренд локализован в Жанан-Боко-Зайсанской золоторудной металлогенической зоне. В этап мезозойской автономной ТМА [4, 9] в узле пересечения Лениногорск-Семипалатинского и Чарско-Горностаевского разломов образовалась Семейтауская вулканоплутоническая кольцевая постройка, сложенная породами риолит-трахибазальт-трахилипаритовой формации [4]. В ее обрамлении выделяются три зоны: Мукурская, Суздаль-Знаменская, Жананская, с которыми связаны семь месторождений, шесть рудопоявлений и более 100 точек минерализации.

Суздальское месторождение приурочено к узлу пересечения северо-восточного Суздальского и северо-западного Горностаевского разломов, представлено четырьмя зонами в разрезе терригенно-карбонатного и терригенно-углеродистого комплексов. Рудные тела секущего и согласного с породами залегания сложены джаспероидами с вкрапленностью пирита, арсенопирита, пирротина, халькопирита, блеклой руды, киновари, флюорита, барита. Размеры их различные: мощность 0,7—80 м, длина 280—600 м. Содержание золота (среднее) 10 г/т. Максимум концентрации золота — на границе терригенных пород и известняков. До глубины 40—50 м развита кора выветривания.

Месторождение Мираз также залегает в зоне пересечения субширотных разрывов с Горностаевским глубинным разломом. Рудные тела расположены в контакте кремнисто-карбонатных пород (D₂—D₃) с песчано-сланцевыми (C₁) в зоне брекчирования мощностью до 200 м. Минерализация вкрапленная, представлена пиритом, арсенопиритом, антимонитом, киноварью. Выделено шесть рудных тел и 20 мелких линз с содержанием золота 1,4—5 г/т. Развита кора выветривания.

Месторождение Джерек [9] находится в зоне Мукур-Чарского разлома в песчано-алевролитовой углеродистой толще, скорее всего,

буконьской свиты (C₂₋₃). Широко развиты мелкие тела и дайки гранит-порфиров. Прожилково-вкрапленные руды имеют следующий состав: пирит, арсенопирит, халькопирит, сфалерит, блеклая руда, устойчивое содержание Au (3,7 г/т). Стержневые части тел выполнены кварцевыми жилами с убогим золотым оруденением (киноварь, антимонит, золото).

Месторождение Болдыколь [9] залегает в зоне Горностаевского разлома (Суздаль-тренд). Площадь месторождения сложена углеродистыми карбонатно-терригенными отложениями буконьской свиты (C₂₋₃). На них несогласно залегают вулканиты семейтауской свиты (P—T₁), прорванные дайками гранит-порфиров, фельзитов. Минерализация развита в вулканитах в виде зон мощностью от первых до десятков метров, протяженностью до 600—800 м и более (не оконтурены). Содержание золота в первой зоне 1—27,7 г/т, второй — 1—2,8 г/т, третьей — 1—13 г/т. До глубины 50—70 м развиты коры выветривания. Месторождение выделяется по комплексному ореолу Au, As, Hg длиной 6 км, шириной 1 км.

Месторождение Жанан приурочено к осевой зоне Жананской грабен-синклинали, выполненной углеродистыми терригенными породами карбона. Последние прорваны штоками и дайками пестрого состава — от базальтов до дацитовых порфиров (аргимбайский комплекс) и гранит-порфиров (кунушский комплекс). На месторождении выделено три рудных зоны протяженностью 2,5 км. Центральная зона тяготеет к дайкообразному телу андезитовых порфиритов и залегает в углеродистых терригенных породах. Южная и Западная зоны залегают в терригенных и вулканогенно-терригенных породах. В пределах зон выделено более 20 рудных тел. Морфология их изучена плохо — они представляют собой ленты, линзы, кулисно сменяющие друг друга по простиранию и падению. Сложены руды вкрапленностью пирита, арсенопирита, антимонита и золота, редко сфалерита, халькопирита, блеклых руд, киновари, самородной сурьмы и ртути, прожилками кварца с шеелитом. Иногда антимонит образует небольшие тела массивной текстуры. Содержание сульфидов в среднем составляет 5—8%. Содержание Au изменяется от 0,1 до 100 г/т, среднее — 5—6 г/т. До глубины 30—40 м развита кора выветривания.

На продолжении Южной зоны в 3 км к югу расположено *месторождение Алимбет*, представленное зоной прожилково-вкрапленных руд в субвулканическом теле дацитовых порфиров. Здесь золото-сурьмяная минерализация в кварцевых жилах и прожилках сменя-

ется на глубину пирит-арсенопиритовой вкрапленной.

На сегодняшний день месторождения Суздаль-тренда плохо изучены и не оконтурены на глубине и флангах. Практически не опробованы на глубинах до 300—500 м рудолокализирующий контакт карбонатно-терригенных и углеродисто-терригенных толщ Суздаля и других проявлений. Систематизация всех имеющихся региональных материалов и результатов детальных работ тем не менее позволяет уверенно параллелизовать Карлин-тренд и Суздаль-тренд по всем перечисленным выше позициям. Об этом же свидетельствуют результаты прогнозирования с применением ЭВМ [9].

Узловое положение месторождений района и Семейтауской вулканоплутонической постройки, особенности глубинного строения земной коры в этом районе, характер изотопных отношений свинца, калия, рубидия, стронция говорят в пользу наличия глубинной структуры типа «плюма». Ее возникновение и развитие связано с автономной тектономагматической активизацией этой территории в позднем палеозое — начале мезозоя [4].

Сравнивая точки зрения на генезис руд карлинского типа, высказывавшиеся в дискуссии на страницах журнала «Руды и металлы», нельзя не отметить несколько особенностей, так сказать, акцента каждого автора. Наиболее ярко проявились «колчеданный» акцент субмаринного рудогенеза [3], «модный» акцент полихронного и полигенного генезиса [2], «порфировый» в связи с ВПП (И.Ф.Мигачев), «телетермальский» [10]. Свой акцент я определил бы как автономно-тектономагматически-активизационный (плюмовый). Очевидно, что во взглядах на карлинский тип преобладает активизационный подход, хотя он страдает крупным недостатком: слабым учетом предистории оруденения, всей сложности и длительности процессов формирования данного блока земной коры. На этой «туманной» ноте хотелось бы завершить очередную страницу

дискуссии о генезисе карлинского типа, а вернее — семейства типов Карлин-тренда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глоба В.А., Абишев В.М. К перспективам выявления новых и нетрадиционных типов месторождений золота в Казахстане // Геология, минералогия и геохимия новых и нетрадиционных типов золотого оруденения Казахстана: Тр. КазИМС. Алма-Ата. 1991. С. 4—15.
2. Константинов М.М. Золоторудные месторождения типа Карлин и критерии их выявления // Руды и металлы. 2000. № 1. С. 70—76.
3. Курбанов Н.К. Месторождения карлинского типа в гетерогенном ряду месторождений золото-сульфидно-кварц(карбонат)-углеродистого семейства // Руды и металлы. 2000. № 1. С. 78—95.
4. Малыгин А.А., Нахтигаль Т.П., Бегаев И.В. Золотоносность Семейтауской вулканоплутонической структуры Семипалатинского Прииртышья // Геология и разведка недр Казахстана. 1995. № 2. С. 20—25.
5. Нарсеев В.А. К проблеме поисков на территории Казахстана золоторудных месторождений типа Карлин // Геология и разведка, методы изучения месторождений полезных ископаемых. Алма-Ата, 1969. С. 12—22.
6. Нарсеев В.А., Шибко В.С. Типы золото-сульфидного оруденения в терригенных углеродистых толщах. — Алма-Ата: ОНТИ КазИМС, 1971.
7. Нарсеев В.А., Глоба В.А. Золотое оруденение карбонатных толщ областей активизации Казахстана // Геология, геохимия и минералогия золоторудных районов и месторождений Казахстана. Алма-Ата, 1974. Вып. 4. С. 52—60.
8. Нарсеев В.А., Абдулкабиров М.А., Фогельман Н.А. Металлогения орогенных структур на примере Казахстано-Северо-Тяньшаньского сводово-глыбового сооружения // Закономерности размещения полезных ископаемых. М., 1981. Т. 13. С. 28—40.
9. Ужкенов Б.С., Бугаец А.Н. Крупные и суперкрупные месторождения золота как аналоги при оценке металлогенического потенциала золота Казахстана. — Алматы: Гылым, 2000.
10. Федорчук В.П. О генезисе золоторудных месторождений карлинского типа // Руды и металлы. 2000. № 1. С. 76—78.
11. Roberts R.J., Radtke A.S., Coats R.R. Gold-bearing deposits in Northcentral Nevada and Southwestern Idaho // Econ. Geol. 1971. Vol. 66. P. 14—33.

УДК 553.411:552.54 (575.1)

© М.А.Мундузова, 2002

ЗОЛОТОНОСНОСТЬ СРЕДНЕПАЛЕОЗОЙСКИХ КАРБОНАТНЫХ ПОРОД ЦЕНТРАЛЬНОГО БЛОКА АЛМАЛЫКСКОГО РУДНОГО РАЙОНА

М.А.Мундузова (ИМП Госкомгеологии Республики Узбекистан)

Изучена золоторудная минерализация терригенно-карбонатных пород девон-раннекаменноугольного возраста Алмалыкского рудного района. Показана связь повышенных концентраций золота с гидротермально-метасоматически преобразованными породами, а также с доломитами, накопившимися в восстановительных условиях и обогащенными углеродистым веществом. Проводится аналогия рассмотренной золотой минерализации с месторождениями карлинского типа в карбонатных породах.

На протяжении последних десятилетий разработки, связанные с выявлением новых нетрадиционных типов месторождений, входят в разряд актуальных для геологоразведочной отрасли. Именно такое значение следует придавать работам по определению перспектив Южного Тянь-Шаня на золотое оруденение карлинского типа. Месторождения этого типа известны на западе США (провинция Бассейнов и Хребтов), в России и представлены рассеянными или вкрапленными тонкодисперсными рудами в карбонатных отложениях. Месторождения обрабатываются открытым способом с применением кучного выщелачивания руд; руды достаточно легко обогатимы, содержание золота в них иногда ниже 1 г/т.

Идентификация геотектонической позиции провинции Бассейнов и Хребтов и отдельных районов Тянь-Шаня по комплексу признаков проведена В.И.Поповым, Б.Б.Таль-Вирским (1974), Т.И.Далимовым, Т.Ш.Шаякубовым (1982). В Узбекистане в пределах Тянь-Шаня размещены промышленные месторождения золото-серебряных (в углеродисто-терригенных и вулканогенных комплексах), золото-сульфидных, золото-сульфидно-кварцевых, золото-редкометалльно-кварцевых, золото-молибденово-медных, золото-кварцевых геолого-промышленных типов. С металлогенических позиций золоторудные провинции на территории Бассейнов и Хребтов и Южного Тянь-Шаня имеют черты сходства.

Месторождения карлинского типа (Хауссен, Керри, Робертсон, Кетнер, Радтке, 1987—1990) локализуются в существенно карбонатных породах в пределах всего стратиграфического диапазона от ордовика до верхнего триаса включительно. При этом пластовые золотоносные залежи приурочиваются к пачкам карбонатных и глинисто-карбонатных пород

(известковистым сланцам, глинистым известнякам), отличающимся повышенной концентрацией углеродистого вещества или повышенным содержанием глинистых минералов. Углеродистое вещество и глинистые минералы служили осадителями золота. Радтке относит данный тип месторождений к стратиформным и стратоидным и допускает длительное их формирование с выделением сингенетичного типа рудонакопления и эпигенетичного третичного этапа перераспределения руд. Главным фактором прогноза подобных объектов следует считать литолого-стратиграфический контроль оруденения и приуроченность руд к определенным фациям и формациям.

Расширение минерально-сырьевой базы республики может быть реализовано за счет открытия новых нетрадиционных типов месторождений в карбонатных породах. Начиная с 60-х годов, в породах такого типа были выявлены концентрации золота, колеблющиеся от промышленных содержаний до убогих.

Алмалыкский рудный район расположен на северном крыле Кураминского антиклинория, имеющего восточно-северо-восточное простирание. Формирование антиклинория началось в каледонское время, а закончилось в позднем палеозое. Северное крыло его осложнено складками северо-западного и субширотного простирания. Дизъюнктивные нарушения по масштабу, времени заложения и простиранию подразделяются на скрытые разломы фундамента, продольные (субширотные) региональные разломы, поперечные и более мелких порядков (преимущественно северо-восточные). Разломами второго и третьего порядков площадь района разбита на крупные блоки (Северный, Центральный, Южный и Восточный), которые большинством исследователей рассматриваются в качестве основных структурных единиц района.

Среднепалеозойские карбонатные породы широко распространены в изучаемом районе. В Центральном блоке разрез терригенно-карбонатной толщи начинается алмалыкской ритмосвитой (D_3fmkr_1). Низы ее обычно отсутствуют: контакт с нижележащими кварцевыми породами раннего девона повсеместно тектонический. Ритмосвита сложена переслаиванием доломитов, ангидритов, аргиллитов, песчаников. В фациальном отношении ее осадки образовались в условиях мелководного фациального пояса. Мощность ритмосвиты колеблется в пределах 10—150 м.

Каратагатинская ритмосвита включает две ритмоподсвиты — нижнюю и верхнюю. Нижнекаратагатинская (D_3fmkr_1) толща связана с началом крупного ритма в осадконакоплении района. Ее слагают черные битуминозные доломиты, которые накапливались в мелководной застойной фации, благоприятной для образования повышенных концентраций золота, свинца, цинка и других металлов. В фациальном отношении осадки относятся к образованиям мелководной иловой зоны с прослоями черных доломитов и мелководной застойной зоны с прослоями сточнотеченных песчаников, алевролитов, алевролитов.

Верхнекаратагатинская ритмоподсвита (D_3fmkr_2) является основным рудовмещающим горизонтом для свинцово-цинкового и золотого оруденения. Она сложена преимущественно доломитами мощностью 275 м. Нижний и верхний горизонты ритмоподсвиты образовались в условиях мелководной застойной зоны с восстановительными условиями и сероводородным заражением, средний — преимущественно в мелководной иловой зоне. В формационном отношении — это прибрежно-лагунная карбонатнослоистая формация.

Нижнекульятинская ритмоподсвита (D_3fmkl_1) сложена черными, зеленовато-серыми, светло-серыми ленточно-слоистыми доломитами мощностью до 420 м. Верхняя часть ритмопачек представлена черными и темно-серыми доломитами мелководной застойной зоны; породы тонко- и микрозернистые, среднеслоистые с запахом сероводорода.

Верхнекульятинская ритмоподсвита (D_3fmkl_2) представлена переслаиванием пород зеленовато-серого, темно-серого цвета. Обычно в основании ритмопачек встречаются доломиты тонко- и листовато-слоистого строения с прослойками аргиллитов. В верхах ритмопачек распространены черные и темно-серые доломиты. Мощность ритмосвиты достигает 500 м. К кульятинской свите приурочена значительная часть золотого и свинцово-цинкового оруденения.

Нижнекаменноугольные образования представлены известняками мирзарабатской ритмосвиты (нижний турне). Ее контакт с нижележащей ритмосвитой — тектонический. Мощность ритмосвиты 34—150 м.

Анализ фоновых содержаний золота показал повышенную на порядок и более концентрацию золота в карбонатных толщах, высокие фоновые содержания золота в карбонатных отложениях верхнекаратагатинской ритмоподсвиты (РПС) и кульятинской ритмосвиты (РС).

Характерна неравномерность распределения золота по всей толще девон-нижнекаменноугольных отложений, %: алмалыкская РС — 8; нижнекаратагатинская РПС — 3,5; верхнекаратагатинская РПС — 18; нижнекульятинская РПС — 40; верхнекульятинская РПС — 28; мирзарабатская РС — 2,5. Золото концентрируется преимущественно в верхнефаменных отложениях — в верхнекаратагатинской РПС и кульятинской РС.

Распределение золоторудных концентраций по породам следующее, %: доломиты всех разновидностей и цветов, в том числе измененные, — 51; известняки всех разновидностей, включая черные, серые доломитизированные, — 32; мраморы и мраморизованные известняки — 10; переслаивание доломитов, известняков и ангидритов — 7.

На основании изучения распределения золота по основным разновидностям пород было установлено, что для его концентрации наиболее благоприятны доломиты с повышенным содержанием углеродистого вещества и с отдельными прослоями, обогащенными глинистыми минералами. Любое изменение карбонатных пород вызывает повышение концентрации металла на порядок и более. Наиболее значительные концентрации золота связаны с медноколчеданным и полиметаллическим оруденением, с процессами скарнирования, окварцевания, пиритизации, дробления, мраморизации, доломитизации и другими изменениями, порой незначительными и визуально неопределимыми. В фациальном отношении повышенные концентрации золота приурочиваются к доломитам мелководного фациального пояса, накопившимся в мелководной застойной зоне в условиях восстановительной среды с сероводородным заражением и обильным углеродистым веществом.

Большая часть золоторудных проявлений в терригенно-карбонатной толще тяготеет к субсогласным зонам окварцевания, контролируемым определенными разновидностями пород и определенного направления разломами. По содержанию сульфидов золотосодержащие

руды убого (0,5—1,0%) и умеренно сульфидные (до 10%).

Золото локализовано в кварце, темноцветных минералах и пирите, а также отмечается в карбонатах, халькопирите, галените, сфалерите, блеклой руде. Пробность его колеблется от 745 до 950, основная же масса характеризуется пробностью 900—945. Размер видимого золота варьирует от 0,001 до 0,9 мм, в основном оно представлено тонкодисперсными формами (0,01—0,1 мм). Золото приурочено к границам катаклаза кварца, пирита и к гидроксидам железа. Наблюдается тесное срастание его со сфалеритом, халькопиритом, тетраэдритом, алтаитом, калаверитом, галенитом. Наряду с видимым золотом, обнаружено субмикронное, связанное главным образом с золотоносной мышьяковистой разновидностью пирита. В последнем выделяется золото трех разновидностей. Золото I — тонкодисперсное, субмикронное, глобулярное (с элементами огранки), фиксируется только под электронным микроскопом. Размер золотин доли микрометра. Золото II присутствует в пирите в виде микровключений размером от 0,003 до 0,08 мм. Оно образовалось на месте за счет золота I. Золото III размером от 0,002 до 0,2 мм заметно отличается от вышеописанных разновидностей по морфологии, особенностям распространения, связи с минералами и составу. В пирите оно приурочено к трещинам катаклаза, границам зерен, образуя различные морфологические разновидности (ксеноморфные, пластинчатые и овальные включения, микропрожилки) и типоморфные микропарагенезисы с халькопиритом, тетраэдритом, алтаитом, галенитом, сфалеритом, калаверитом.

Пирит по количеству резко преобладает над другими рудными минералами. Он — основной носитель золота (от 0,2 до 116,7 г/т). Входит в состав главных продуктивных ассоциаций рудных зон. Для него характерны неравномерная рассеянная вкрапленность, редкие маломощные прожилки и просечки, гнездообразные тонкозернистые скопления. Размер зерен и мономинеральных агрегатов колеблется от 0,001 до 5 мм. Преобладают зерна размером 0,01—0,5 мм. Пирит образует идиоморфные кристаллы, близкие к кубическим, реже пентагондодокаэдрические. Часто его выделения имеют пористую, дырчатую поверхность. В пиритах в виде типоморфных микровключений отмечаются капли, метакристаллы, ксеноморфные выделения пирротина, халькопирита, сфалерита, галенита, арсенипирита, блеклой руды. Эти пириты являются носителями и концентраторами золота, мышьяка, селена, теллура и других элементов.

Ниже приведены результаты рационального анализа руды на золото (усредненная проба) из участка Южный II.

Формы нахождения Au и характер его связи с другими компонентами	Распределение Au	
	г/т	%
Свободное с чистой поверхностью	1,78	23,0
Цианируемое в виде сростков с другими компонентами	4,62	60,0
Ассоциированное с минералами сурьмы и мышьяка (кроме арсенипирита)	0,24	3,0
Ассоциированное с кислоторастворимыми минералами (оксиды железа)	0,94	12,0
Тонковкрапленное, дисперсное в кварце, алюмосиликатах и других кислоторастворимых минералах	0,15	2,0
Итого	7,73	100,0

Серебро также — промышленно ценный компонент руды. Оно входит в состав самородного золота, часть его связана с блеклыми рудами и галенитом и находится в самородном состоянии. По данным пробирного анализа серебро присутствует во всех проанализированных минералах — кварце, пирите, карбонате и связано с пылевидным золотом, входящим в эти минералы.

Халькопирит содержится в количествах не более 0,01%, развит в виде зерен неправильной формы, часто в тесном срастании с пиритом, галенитом, сфалеритом, блеклой рудой, в кварцевых прожилках и кварц-серицитовых метасоматитах. Размер зерен от 0,01 до 0,3 мм. Галенит, сфалерит, блеклая руда содержатся в рудах в ничтожно малых количествах. Встречаются они в основном в кварц-карбонат-золото-пирит-полисульфидной ассоциации.

Гематит — основной рудный минерал. Будучи очень тонкозернистым до скрытокристаллического, он образует в тесном срастании с кварцем «коллоидные» кварц-гематитовые выделения. В таких кварц-гематитовых агрегатах пробирным анализом выявлены золото, серебро. Магнетит образует неравномерную вкрапленность и гнезда. Зерна его мелкие, неправильной формы, редко с механическими сростками пирита.

Нерудные минералы представлены кварцем, серицитом, кальцитом, хлоритом и эпидотом. Кварц — главный минерал рудных тел. Выделяется несколько его морфогенетических разновидностей, характеризующихся различной степенью золотоносности.

Кварц I — метасоматический (в пропили-тах, кварц-гидрослюдистых метасоматитах), образует прожилки, гнездообразные скопления, имеет лепидогранобластовую структуру. Цвет кварца белый, светло-серый. Содержание золота в нем незначительное. Кварц II слагает основные продуктивные минеральные ассоциации руд и встречается совместно с крипточешуйчатой гидрослюдой, пиррофиллитом, ортоклазом, эпидотом, карбонатом и пиритом. Мало-мощные (1—2 см), непротяженные прожилки и гнездообразные скопления отмечаются в окколорудно измененных породах с повышенным содержанием золота. Макроскопически различается несколько морфологических разновидностей этого кварца: халцедоновидный, белый с сероватым оттенком, сахаровидный и среднезернистый в маломощных прожилках. Наиболее характерны аллотриаморфно- и гипидиоморфобластическая, сферолитовая структуры кварца. В нем развита вкрапленность пирита, сфалерита, галенита, халькопирита, золота. Пробирным анализом в кварце установлено: Au 0,5—22,5 г/т; Те 2—7 г/т; Se 1,5—2,5 г/т. Кварц III является послерудным образованием, ассоциирующим с карбонатом, баритом, ангидритом, флюоритом. Он представлен прожилками и микропрожилками мощностью от 0,1 до 10 см. Кварц мелкозернистый, сливной, белого, светло-серого цвета.

Кальцит в виде гнезд и жильных образований встречается с кварцем, доломитом, слюды-стыми минералами и пиритом. Содержание его в кварц-кальцитовых прожилках изменяется от 5 до 45%. Кальцит белого, розовато-белого и серовато-белого цвета, среднезернистый. Содержание в нем Au от 0,7 до 2,0 г/т. Присутствие золота в кальците объясняется его тесной ассоциацией с тонкодисперсным золотом и золотосодержащим пиритом.

Серицит образует в основном псевдоморфозы по полевым шпатам (плагноклазам). Цвет

его розовато-желтый, серовато-зеленый. В нем часто содержится до 10 г/т Au. Золотоносность серицита объясняется присутствием в нем золотоносного пирита.

К основным признакам, контролирующим размещение месторождений карлинского типа в карбонатных породах, относятся:

геотектонический — размещение в геосинклинально-складчатой системе с наложенным континентальным рифтом;

литологический — размещение минерализованных зон в доломитах, известковистых доломитах, известняках, известковистых сланцах, конгломератах, обогащенных углеродсодержащим веществом;

структурный — оруденение контролируется крупными региональными нарушениями (Бургундинский, Мисканский): практически все оруденение локализуется в подэкранных позициях, размещение рудных тел контролируется сколовыми нарушениями;

металлогенический — размещение месторождений в золотоносной провинции, где, наряду с объектами золота типа Карлин, имеются золотосодержащие месторождения других формаций (скарновой, медно-порфировой, полиметаллической и медноколчеданной).

Дополнительным критерием может служить развитие жил и прожилков в надрудном пространстве.

Наличие перечисленных признаков в других регионах является достаточным для положительной оценки их металлогенического потенциала на карлинский тип месторождений золота.

Проведенные в лаборатории NEWMONT EXPLORATION LIMITED сопоставления типоморфных особенностей золота и основных рудных минералов вмещающих пород Центрального блока Алмалыкского рудного района месторождений Карлинского тренда позволяют сделать вывод о перспективности карбонатных толщ на выявление в рассматриваемом районе месторождений типа Карлин. Единственным исключением является ничтожно малое содержание ртути в породах Алмалыкского рудного района.

ПАМЯТИ ВЕРЫ ИВАНОВНЫ СЕДОВОЙ

30 лет назад, 18 января 1972 г., на 58-м году жизни скоропостижно скончалась Вера Ивановна Седова — заведующая отделом геофизики ЦНИГРИ.

Трудовая биография Веры Ивановны почти целиком связана с НИГРИЗолото — ЦНИГРИ. Она пришла в НИГРИЗолото в 1936 г. оператором-геофизиком, учась на последнем курсе Ленинградского горного института, который с отличием окончила в 1937 г. по специальности геофизические методы разведки. В 1938 г. В.И.Седова — зам. начальника Мурманской геофизической партии НИГРИЗолото — была откомандирована начальником партии в трест «Золоторазведка», где проработала до 1941 г. С 1941 г. Вера Ивановна непрерывно работает в НИГРИЗолото — ЦНИГРИ до дня своей безвременной кончины. В 1941—1945 гг. она — начальник геофизической партии, в 1946—1951 гг. — руководитель группы геофизических исследований института, в 1951—1955 гг. — начальник отделения геофизических исследований, с 1956 г. возглавляет созданную по ее инициативе лабораторию геофизики, которая в 1965 г. преобразуется в отдел геофизики с тремя лабораториями. Возглавляя отдел, Вера Ивановна одновременно руководит наиболее крупной в отделе лабораторией электроразведки.



Разносторонне одаренный человек, глубоко творческий и широко эрудированный специалист В.И.Седова все годы работы в институте умело сочетала профессиональную деятельность по четырем взаимоувязанным направлениям: использование и совершенствование известных методов электроразведки при поисках и разведке коренных и россыпных месторождений золота; комплексирование электроразведки и гравиразведки на тех же месторождениях; разработка способов геологической интерпретации результатов геофизических измерений; разработка и совершенствование новых геофизических методов.

С момента создания лаборатории геофизики последнее направление стало доминирующим в ее исследованиях. Благодаря широте геолого-геофизического кругозора, глубокому знанию геологоразведочной практики, педагогическому таланту, Вера Ивановна сумела создать в институте хорошо известный геофизический коллектив. Широкий спектр исследований этого коллектива характеризовался глубоко системным сопряжением новаторских геофизических разработок с геолого-геофизическим комплексным их внедрением при решении задач прогноза, поисков и разведки месторождений золота, никеля, меди, полиметаллов и других твердых полезных ископаемых.

Аэро-наземная и скважинная электроразведка, скважинная и шахтная радиогоразведка, подземный и шахтный пьезоэлектрический метод, ядерно-геофизическое опробование — вот направления, в которых Вера Ивановна участвовала и как инициатор, и как организатор, и как специалист по геологическому использованию геофизических методов. И как мудрый педагог-руководитель, гасящий избыточную конфликтоносную энергию своих молодых подчиненных. Она дала путевку в геолого-геофизическую жизнь докторам наук В.И.Векслеру, А.Д.Петровскому, Б.С.Светову, кандидатам наук Б.Ф.Борисову, С.Г.Гордееву, В.И.Пятницкому, Э.С.Седельникову, А.А.Фельдману и многим другим своим воспитанникам и ученикам.

Человек большого общественного темперамента и активности В.И.Седова большое внимание уделяла общественной работе. Несколько лет она была секретарем партийной организации института. В ней удивительным образом соединялись мягкость и требовательность, доброта и строгость, душевность и принципиальность, рациональность и эмоциональность. Работать с ней было легко и интересно.

Геофизики ЦНИГРИ чтут память о Вере Ивановне ежегодными встречами. Память о ней хранят и все те, кто работал рядом с ней.

*Ученый совет ЦНИГРИ
Редколлегия журнала*



25 января **Светлана Васильевна Яблокова** — кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник ЦНИГРИ — отметила свой юбилей.

С.В.Яблокова работает в институте с 1953 г. Она изучала условия локализации и строения ильменит-цирконовых россыпей Тугана, россыпей золота Ленской золотоносной провинции, исследовала рудные и россыпные месторождения Алдана, Якутии, Кузнецкого Алатау, Ленской, Енисейской, Приамурской, Верхояно-Кольмской, Чукотской золотоносных провинций, Хабаровского края, п-ова Таймыр, о-ва Большевик, Урала, Русской платформы и ряда других регионов России, а также Украины, Казахстана, Средней Азии, некоторые месторождения Южной и Центральной Америки, Африки и Азии.

С.В.Яблокова — участник комплексных металлогенических исследований, отраслевых программ по прогнозированию, оценке и подсчету запасов месторождений золота. Ею открыто золоторудное месторождение на участке Глухариный в Магаданской области. Данные по изучению золота кор выветривания крупнейших месторождений Олимпиадинское и Куранахское послужили геологической основой при подсчете запасов. С.В.Яблокова — один из ведущих специалистов по исследованию самородного золота и развитию проблемы его типоморфизма. В течение многих лет разрабатывает вопросы преобразования золота в зоне гипергенеза. Ею обнаружен и изучен новый минерал — теллуриат золота — куранахит, установлены зависимость преобразований золота в корах выветривания от особенностей его минеральных парагенезисов и гранулометрии, а также геолого-геоморфологической и физико-химической обстановок нахождения, впервые описано тороидальное золото и разносторонне изучено золото рыхлого чехла платформ.

С.В.Яблокова — соавтор ряда методических руководств и рекомендаций по проведению минералогических исследований при геологоразведочных и криминалистических работах. Ею опубликовано 80 работ, в том числе четыре монографии.

В последнее десятилетие С.В.Яблокова активно участвовала в составлении банков данных по минералогии россыпного золота и разработке моделей самородного золота месторождений разных типов. Эта информация отражена на карте экзогенной золото- и платиноносности территории Российской Федерации, за которую в числе других авторов она удостоена правительственной премии за 2000 г.

Светлана Васильевна — человек исключительной душевной щедрости, откликающийся на любую боль и беду не только близких людей, но и всех, с кем она соприкасалась в жизни.

Свой юбилей Светлана Васильевна Яблокова встречает с новыми творческими планами и идеями. Желаем ей крепкого здоровья и новых успехов на пути познания самородного золота и возможностей использования его типоморфных признаков в научных и прикладных целях.



*Ученый совет ЦНИГРИ
Редколлегия журнала*

Поздравляем с юбилеем **ТАТЬЯНУ МИХАЙЛОВНУ КОНОВАЛОВУ**, младшего научного сотрудника отдела инженерно-технического и геофизического обеспечения ГРР, выполняющую большую работу по разработке технологии эффективного комплексирования электромагнитных методов исследований на рудных месторождениях.

*Дирекция ЦНИГРИ
Редколлегия журнала*

Алексею Гордеевичу Волчкову — высококвалифицированному специалисту в области металлогении и геологии рудных месторождений, кандидату геолого-минералогических наук, заведующему лабораторией отдела металлогении и прогноза месторождений цветных и благородных металлов — 13 февраля 2002 г. исполнилось 60 лет.

Вся творческая деятельность А.Г.Волчкова прошла в стенах ЦНИГРИ, куда он пришел в 1966 г. после окончания кафедры полезных ископаемых геологического факультета МГУ. В период многолетних работ на медноколчеданных месторождениях важнейших рудных районов Южного и Среднего Урала им лично или при его непосредственном участии составлены и внедрены прогнозные карты масштаба 1:10 000—1:50 000. Для Уральской провинции и отдельных ее территорий составлена мелкомасштабная прогнозно-металлогеническая карта и на этой основе оценены перспективы выявления медноколчеданных и медно-порфировых месторождений как на известных, так и преимущественно новых площадях востока Урала.

А.Г.Волчковым установлены тесные геолого-генетические и пространственно-временные связи медноколчеданного оруденения с определенными фациями и типами палеоструктур рудоносных формаций. На основе полученных материалов им защищена кандидатская диссертация (1975 г.) и в соавторстве разработаны комплексные поисковые модели объектов прогноза и поисков, а также приемы объемного картирования колчеданосных рудных районов, направленные на выявление глубоко залегающих месторождений.

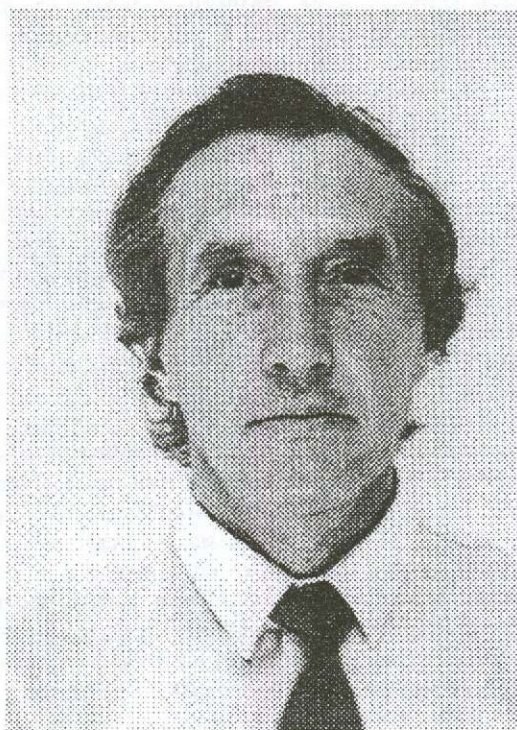
А.Г.Волчковым лично и в соавторстве составлен ряд методик и методических руководств по крупномасштабному и локальному прогнозу, поискам и количественной оценке медноколчеданного оруденения. За цикл этих работ в 1987 г. ему в составе авторского коллектива ЦНИГРИ присвоена премия Мингео СССР. В последние годы при его активном участии составлена прогнозно-металлогеническая карта страны на цветные металлы в масштабе 1:2 500 000 и выполнена серия прикладных разработок по методикам прогнозно-металлогенических исследований применительно к задачам ГСР-200.

В различные годы в качестве эксперта он работал в Болгарии и Китае, участвовал в выполнении контрактных работ по поискам месторождений золота на Аляске.

Результаты научных исследований А.Г.Волчкова отражены более чем в 100 публикациях, в том числе в десяти монографиях; его труд отмечен правительственными и отраслевыми наградами.

Алексей Гордеевич ведет большую научно-организационную работу; его отличают преданность делу, трудолюбие и высокий профессионализм.

Сердечно поздравляем Алексея Гордеевича Волчкова с юбилеем, от всей души желаем крепкого здоровья, благополучия и дальнейших творческих успехов.



*Ученый совет ЦНИГРИ
Редколлегия журнала*

Памяти В.А.Фаворова

Ушел из жизни Виталий Алексеевич Фаворов — классный специалист по геологии рудных месторождений, полевой геолог-трудяга, добрый и отзывчивый, солнечный человек.

В 1958 г. он окончил Львовский государственный университет. Двадцать лет проработал в Забайкальском научно-исследовательском институте Мингео СССР и более двадцати — в НИСе Львовского университета.

Будучи одним из лучших представителей львовской школы геологов-экспериментаторов, Виталий Фаворов участвовал в создании основ ТЭДС-картирования месторождений цветных и благородных металлов Забайкалья и Приморья, России, Казахстана, Киргизии, Украины. Замечательные по тонкости измерения данные у него всегда были тесно связаны с полевыми наблюдениями. В вопросах оценки месторождений на основе разработок по зональности, особенно ТЭДС сульфидов, Виталию Алексеевичу не было равных. Никогда он не делал работу как-нибудь, всегда был сама точность и добросовестность. Классические работы В.А.Фаворова по месторождениям Забайкалья и Украины — сплав качественных измерений, продуманности отбора исходного материала и глубокого анализа полученных результатов.

За 40 лет активной работы он изучил ТЭДС сульфидов всех крупнейших месторождений золота России, Казахстана, Узбекистана, Киргизии. Надо было видеть, с каким азартом, энтузиазмом и самоотдачей работал он на новых золотых месторождениях Украины. Он знал и верил, что «не оскудела родная земля», что лучшие открытия — впереди.

В полевых экспедициях, в лабораториях, на конференциях этот добрый, внимательный к людям человек украшал любое собрание. Тонкий ценитель юмора, надежный товарищ, профессионал-геолог, светлый человек — таким он останется в сердцах всех, кто его знал.

В его память склоняют головы друзья во Львове и Киеве, Москве и Санкт-Петербурге, Алма-Ате и Бишкеке, Чите и Иркутске, Екатеринбурге и Джалалабаде, Хабаровске и Владивостоке.



Редколлегия журнала

ВНИМАНИЮ АВТОРОВ!

При оформлении статей необходимо руководствоваться следующими правилами.

Объем статьи не должен превышать 15 страниц машинописного текста, включая аннотацию (1/3 страницы), таблицы и список литературы. Текст печатается через два интервала, на одной стороне листа; оставляются поля — сверху (2 см), снизу (2 см), справа (1 см) и слева (3 см). Все страницы рукописи нумеруются. В редакцию представляются два экземпляра статьи — распечатка с принтера, а также дискета с текстом в форматах Text format (*.rtf) или 6,0/95 (*.doc) с использованием шрифта Times New Roman Cyr. (размер 12, двойной межстрочный интервал); для таблиц — такой же шрифт (размер 9—10, один межстрочный интервал). В отдельные файлы помещаются статья, список литературы, подписи к рисункам. По окончании работ дискеты по желанию автора возвращаются. Возможна передача статей по электронной почте: E-mail: tsnigri@pol.ru.

Рисунки и другие графические материалы (не более 4) прилагаются к статье в двух экземплярах. На обороте каждого рисунка карандашом указываются его порядковый номер, фамилия автора и название статьи. Размер оригиналов рисунков не должен превышать формат страницы журнала. Рисунки принимаются на дискетах с распечаткой на бумаге. Цифры и буквы в условных обозначениях, вынесенных за пределы рисунка, даются курсивом. Текстовые надписи на рисунках набираются на компьютере. Размер букв и цифр не менее 2 мм. Каждый рисунок помещается в отдельный файл в одном из следующих форматов: TIFF bitmap (*.tif), Paint Brush (*.pcx), Encapsulated Post Script (*.eps), Corel Draw (*.cdr), Диаграмма Microsoft Excel (*.xls). Графика должна быть связана с текстом и способствовать его сокращению. Оформление и содержание иллюстративного материала должны обеспечивать его читаемость после возможного уменьшения (плакатный вариант). Подрисовочные подписи печатаются на отдельной странице. Цветные рисунки, фотографии и ксерокопии не принимаются. Рисунки, не удовлетворяющие требованиям редакции, возвращаются автору.

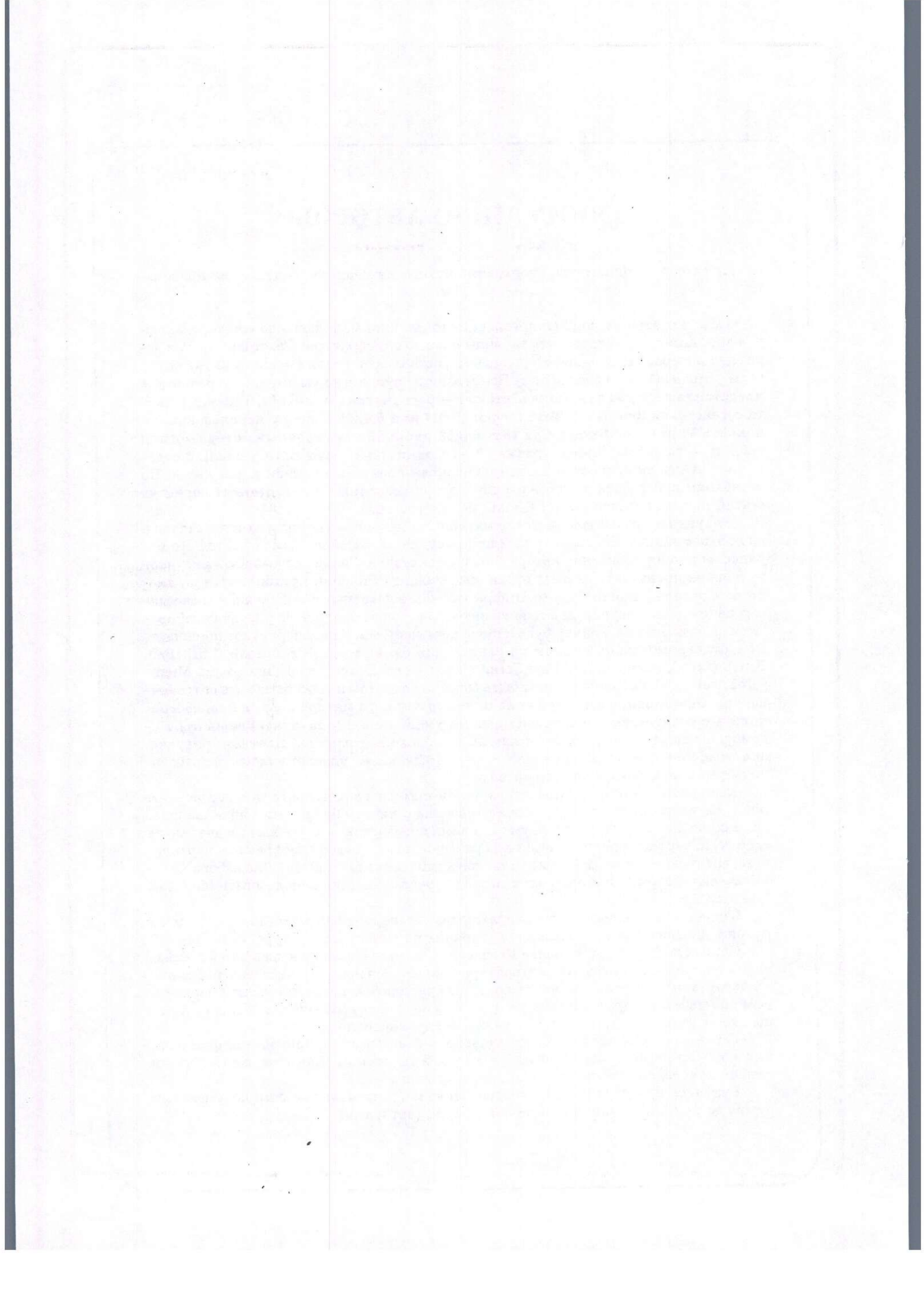
Математические формулы и химические символы вписываются в текст четко от руки. Во избежание ошибок следует тщательно писать буквы, имеющие сходные как прописные (подчеркнуть двумя линиями снизу), так и строчные (подчеркнуть сверху) начертания (V, S, O, M, P, Z). Греческие буквы обводятся красным карандашом, латинские — синим (кроме символов химических элементов). Для набора математических формул и химических символов рекомендуется использовать Microsoft Equation 2.0.

Точность приведенных цитат должна быть заверена подписью автора на полях рукописи; обязательно указывается источник по списку литературы.

Список литературы (не более 15 названий) дается сквозной нумерацией в алфавитном порядке. Иностранная литература помещается после отечественной. Ссылки в тексте на источник из списка литературы приводятся соответствующим порядковым номером в квадратных скобках. В список не следует включать работы, на которые нет ссылок в тексте статьи, а также неопубликованные.

Статья подписывается автором (авторами), в конце ее приводятся фамилия, имя и отчество (полностью) автора, место работы, занимаемая должность, ученая степень, адрес, служебный и домашний телефоны.

Рукопись представляется с установленными сопровождающими документами руководством организации или лично автором (авторами).





ЦНИГРИ

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ ИНСТИТУТ
ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

**Издания серии
«МОДЕЛИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АЛМАЗОВ,
БЛАГОРОДНЫХ И ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ»**

2000—2001 год

Золото-серебряные месторождения / М.М.Константинов, Н.П.Варгунина, Т.Н.Косовец и др. М.: ЦНИГРИ. 2000. 239 с.

Сu-Ni-МПП месторождения норильского типа / А.И.Кривцов, В.И.Кочнев-Первухов, О.М.Конкина и др. М.: ЦНИГРИ. 2001. 180 с.

Меднопорфировые месторождения / А.И.Кривцов, В.С.Звездов, И.Ф.Мигачев и др. М.: ЦНИГРИ. 2001. 232 с.

Прогнозно-поисковые модели алмазородных россыпей России / В.Е.Минорин. М.: ЦНИГРИ. 2001. 117 с.

2002 год

Месторождения колчеданного семейства / А.И.Кривцов, А.Г.Волчков, О.В.Минина и др.

Золоторудные месторождения в вулканогенно-терригенных комплексах подвижных поясов / Н.К.Курбанов, В.И.Романов, П.С.Ревякин и др.

Стратиформные свинцово-цинковые месторождения в карбонатных толщах / Г.В.Ручкин, А.И.Донец, С.А.Емельянов.

Зональные платиноносные массивы / В.И.Кочнев-Первухов, Е.С.Заскинд, О.М.Конкина и др.

Системы оценки и разведки коренных месторождений золота на основе многофакторных моделей / М.Ю.Катанский, С.Н.Жидков, С.А.Емельянов и др.

Системы оценки и разведки россыпных месторождений золота и платиноидов на основе многофакторных моделей / В.И.Куторгин, Ю.С.Будилин, В.А.Джобадзе и др.

Адрес: 113545, г. Москва, Варшавское шоссе, 129«Б», ЦНИГРИ
Телефон: (095) 313-18-18, 315-43-47, 315-28-01
Факс: (095) 313-18-18
E-mail: tsnigri@pol.ru

© Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов, 2001



ЦНИГРИ

**ЦЕНТРАЛЬНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ ИНСТИТУТ
ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ**

КАРТА КОРЕННОЙ ЗОЛОТОНОСНОСТИ УРАЛЬСКОЙ СКЛАДЧАТОЙ СИСТЕМЫ на структурно-формационной основе

Составлена металлогеническая карта золотоносности Урала масштаба 1:1 000 000 на основе структурно-формационного районирования и геолого-геофизического анализа глубинных структур.

Выделены на карте металлогенические зоны, отличающиеся по геодинамическому развитию и характеризующиеся определенным набором рудоконтролирующих формаций и связанных с ними (генетически или парогенетически) различных типов золотосодержащих и золоторудных месторождений.

Вынесены на карту более 100 крупных рудных объектов.

Приложены карты глубинного строения Урала того же масштаба и 8 разрезов к ним с использованием новых компьютерных программ, интерпретирующие гравиметрические, магнито-

метрические и сейсмические данные.

Включено в кадастр, сопровождающий карту, более 500 месторождений и рудопроявлений.

Предназначена карта для специалистов в области металлогении и геологии золоторудных месторождений, а также интересна для управленческих структур и организаций, использующих недра России.

Вид реализации:

- прогнозно-металлогеническая карта золотоносности Урала;
- геолого-геофизическая карта глубинного строения Урала с поперечными профилями в виде цифровых моделей или на бумажных носителях (масштаб по требованию заказчика);
- кадастр месторождений и рудопроявлений на рудно-формационной и геолого-промышленной основах.

Адрес: 113545, г. Москва, Варшавское шоссе, 129«Б», ЦНИГРИ
Телефон: (095) 313-18-18, 315-43-47, 113-28-01
Факс: (095) 313-18-18
E-mail: tsnigri@pol.ru

© Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов. 2001