

УДК 550.8: 553.44 (470.6)

На правах рукописи

ДАНИЛЬЧЕНКО Виктор Александрович

**КРИТЕРИИ ПОИСКОВ СКРЫТЫХ СВИНЦОВО-ЦИНКОВЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ В САДОНСКОМ РУДНОМ РАЙОНЕ (СЕВЕРНАЯ
ОСЕТИЯ)**

Специальность: 25.00.11 - «Геология, поиски и разведка твердых полезных
ископаемых, минерагения»

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-
минералогических наук.

Москва - 2006.



2006 А
1335

УДК 550.8: 553.44 (470.6)

На правах рукописи

ДАНИЛЬЧЕНКО Виктор Александрович

**КРИТЕРИИ ПОИСКОВ СКРЫТЫХ СВИНЦОВО-ЦИНКОВЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ В САДОНСКОМ РУДНОМ РАЙОНЕ (СЕВЕРНАЯ
ОСЕТИЯ)**

Специальность: 25.00.11 - «Геология, поиски и разведка твердых полезных
ископаемых, минерагения»

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-
минералогических наук.

Москва - 2006.

Работа выполнена в Федеральном государственном унитарном предприятии
Центральном научно-исследовательском геологоразведочном институте
цветных и благородных металлов (ФГУП ЦНИГРИ)

Научный руководитель: доктор геолого-минералогических наук, профессор
Константинов Михаил Михайлович

Официальные оппоненты:

доктор геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник Донец
Александр Иванович

доктор геолого-минералогических наук, профессор Некрасов Евгений
Михайлович

Ведущая организация: Российский государственный геологоразведочный
университет им. Серго Орджоникидзе, геологоразведочный факультет,
кафедра полезных ископаемых


Защита состоится «28» февраля 2006 г., в 14 часов 00 минут на заседании
диссертационного совета Д 216.016.01 при ФГУП ЦНИГРИ по адресу:
117545, г. Москва, Варшавское шоссе, д. 129, к.1

С диссертацией можно ознакомиться в геолфонде ЦНИГРИ

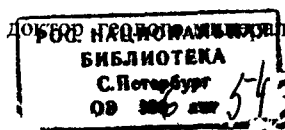
Автореферат разослан «23» января 2006 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,

доктор геолого-минералогических наук



Барышев А.Н.



ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы, цели и основные задачи исследования. В настоящее время особенно остро встала проблема сырьевой базы Садонского свинцово-цинкового комбината. Вопросы скрытого свинцово-цинкового оруденения в Садонском рудном районе в разное время изучались Г.Д. Аджиреем, М.С. Баклаковым, А.Г. Грановским, К.В. Давыдовым, С.С. Зембатовым, М.З. Кайтуковым, М.М. Константиновым, Т.Н. Косовец, Е.М. Некрасовым, С.М. Рыпинским, Е.Г. Рыпинской, А.И. Рычковым, Н.Н. Трофимовым, Г.В. Хетагуровым, В.Б. Черницыным, Э.М. Цириховой и др. Работы предыдущих исследователей были в основном направлены на выявление и оценку скрытых рудных тел уже известных месторождений. Однако, эти исследователи, во-первых, не имели в своем распоряжении такого эталонного объекта скрытого свинцово-цинкового месторождения, которым является недавно открытая рудная зона Бозанг и, во-вторых, не использовали в своих работах комплексное сопоставление всех имеющихся геологических, геофизических и геохимических данных.

В течение нескольких последних десятилетий в Садонском рудном районе эксплуатировались четыре свинцово-цинковых месторождения: Садонское, Згидское, Архонское и Холстинское, из которых Садонское эксплуатировалось еще с начала XX века. Основные рудные тела данных месторождений выходят на поверхность. Однако на сегодняшний день, прекращена эксплуатация Згидского и Холстинского месторождений, практически полностью отработаны Садонское и Архонское месторождения. Учитывая высокую степень изученности территории, расширение сырьевой базы Садонского рудного района возможно только за счет выявления новых скрытых месторождений, и, в меньшей степени, путем дальнейшей разведки известных месторождений с целью обнаружения скрытых рудных тел. В условиях истощения запасов на основных крупных свинцово-цинковых месторождениях Горной Осетии, весьма актуальна разработка критериев поисков именно скрытых свинцово-цинковых месторождений.

Методика исследований, фактический материал и личный вклад автора.

Автором в 2000 – 2005 гг. проводилось изучение эталонной скрытой рудной зоны Бозанг Джимидонского месторождения и скрытой жилы Южная Архонского месторождения. Особое внимание уделялось геохимическим и электроразведочным аномалиям в надрудной области. Диссертация выполнена на основе анализа данных о геологическом строении района исследований.

В комплекс проводившихся при участии автора исследований входило: шликотометрическое опробование (более 400 проб); литогеохимическое опробование в подземных горных выработках (штольни № 47 и № 3 Джимидонского месторождения, более 700 проб); анализ данных гравиметрической съемки масштаба 1:50 000; сопоставление данных

спектральных анализов по результатам опробования окolorудных пород (свыше 700 проб); сопоставление результатов химических и минералогических анализов (свыше 400 анализов), анализ результатов профилирования методом частотного электрического зондирования (над рудной зоной Бозанг).

Научная новизна. Разработаны, усовершенствованы и систематизированы прогнозно-поисковые критерии скрытых жильных свинцово-цинковых месторождений. Проведены впервые некоторые виды геохимических (шлихометаллометрия) работ в пределах перспективных участков. Впервые для Садонского рудного района установлены: характеристики гравиметрических аномалий, связанных с тектоническими структурами, к которым приурочены известные свинцово-цинковые месторождения Северной Осетии (в том числе и скрытые); взаимосвязи геохимических ореолов привноса и выноса в надрудной части слепых рудных тел; создана объемная геохимическая модель скрытого свинцово-цинкового оруденения с выделением групп элементов, характерных для разных гипсометрических сечений надрудного уровня и предложена оригинальная модель рудообразующей системы.

Практическая значимость работы. Разработаны крупномасштабные геофизические (на основе гравиметрических данных) и локальные геохимические критерии поисков скрытых свинцово-цинковых месторождений. Автором предложен оптимизированный прогнозно-поисковый комплекс для выявления скрытых свинцово-цинковых месторождений в Садонском рудном районе.

Апробация работы. Основные результаты исследований нашли отражение в отчете по теме 55д: «Анализ результатов поисковых и геологоразведочных работ в Садонском рудном районе и прилегающих перспективных площадях с целью выбора наиболее эффективных направлений геологоразведочных работ» (2000-2003 гг.). По теме диссертации имеется 5 научных публикаций. Основные положения работы доложены на 1-ой научной конференции молодых ученых и специалистов ВИМС, ИМГРЭ, ЦНИГРИ в 2002 г.

Структура и объем работы. Диссертация содержит 74 страниц текста, состоит из введения, четырех глав и заключения, 4 таблицы и 56 рисунков и списка литературы из 86 наименований. Главы диссертации соответствуют основным защищаемым положениям. В главе 1 рассмотрены история поисков и изучения скрытого свинцово-цинкового оруденения в Садонском рудном районе, геологическое строение рудного района, характеристики крупных свинцово-цинковых месторождений и эталона скрытого оруденения – рудной зоны Бозанг Джимидонского месторождения, позиции свинцово-цинковых месторождений в гравиметрических полях, корреляция аномалий силы тяжести с рудолокализирующими и рудоконтролирующими структурами, сформулированы крупномасштабные геофизические критерии. В главе 2 приводятся результаты шлихометаллометрических работ на

площади рудной зоны Бозанг и жилы Южная Архонского месторождения; разработаны локальные геохимические поисковые критерии. В главе 3 охарактеризован оптимальный прогнозно-поисковый комплекс для выявления скрытых свинцово-цинковых месторождений.

Благодарности. Автор выражает глубокую благодарность научному руководителю работы доктору геолого-минералогических наук, профессору М.М.Константинову за всестороннюю помощь при подготовке диссертации. Автор благодарит В.В. Аристова, Н.П. Варгунину, С.М. Гордеева, К.В. Давыдова Р.Ф. Данковцева, Х.Х. Лайпанова, М.В. Наталенко, Б.Ю. Орлова, Г.С. Симкина, С.Ф. Стружкова за полезные консультации на всех этапах подготовки диссертации. Особая благодарность выражается руководителю ФГУПП «Севосгеологоразведка» В.Т. Битарову а также сотрудникам ФГУПП «Севосгеологоразведка» Р.Р. Гогичеву, К.В. Давыдову, Э.И. Давыдовой, С.Б. Лясковскому, Г.П. Ольховскому, Е.С. Таратынко, К.Ч. Таутиеву.

Основные защищаемые положения

1. Садонский рудный район размещается в пределах Дигоро-Осетинского горст-антиклинального поднятия, погружающегося в восточном направлении. Рудные поля, заключающие жильные свинцово-цинковые месторождения, представляют собой локальные горсты, ограниченные близширотными разломами. Крупные разрывные нарушения диагонального - субмеридионального простирания, заключающие месторождения, либо потенциально рудоносные, отражены в гравиметрическом поле, как градиентные зоны II порядка с перепадом значений Δg от 0 до -2 мГал. На более локальном уровне, в пределах месторождений, скрытые рудные зоны и рудные тела выражаются в электрическом поле, как аномалии пониженного сопротивления (менее 250-300 Ом·м). Приведенные геофизические характеристики рекомендуются, как прогнозно-поисковые критерии скрытых свинцово-цинковых месторождений.

2. Согласно результатам шлихометаллометрического и литогеохимического опробования, общий вертикальный размах колонны геохимических ореолов над скрытыми жильными свинцово-цинковыми месторождениями и рудными зонами составляет около 300-400 м. Верхняя часть (удаленно-надрудная) представлена ореолами элементов-спутников: Ва, В, Нг, Р, V шириной до 300 м и Мо, Ni, Со, шириной до 150 м. В промежуточной части надрудной колонны размещаются контрастные и слабоконтрастные линейно-вытянутые протяженные ореолы Ag, Bi, Au, As, Mn, шириной до 60-100 м а также ореолы выноса Со, Ni, Мо, Ва, В, Нг мощностью до 30-70 м. Для непосредственно надрудной части характерны линейно-вытянутые контрастные и слабоконтрастные ореолы элементов рудной группы (Pb, Zn, Cu, Ag, Bi). Указанные локальные геохимические прогнозно-поисковые критерии позволяют прогнозировать скрытые

свинцово-цинковые месторождения и рудные зоны и оценивать степень эрозионного среза над ними.

3. Разработанные критерии поисков скрытых свинцово-цинковых жильных месторождений в Садонском рудном районе, с учетом ранее установленных геолого-структурных и геофизических факторов, определяют следующий прогнозно-поисковый комплекс: 1) выделение при помощи анализа имеющихся геологических и геофизических (гравиметрических) данных (масштаб 1:50 000 – 1: 25 000) площадей, благоприятных для размещения скрытых рудных объектов (участки пересечения тектонических поднятий субмеридиональными крупными нарушениями (или серией нарушений), выраженные градиентными степенями Δg от 0 до -2 мГал); 2) выявление на выделенных перспективных площадях: с помощью целевого крупномасштабного картирования участков сопряжения субмеридиональных и широтных разломов, развития даек и субвулканических тел; с помощью шлихометаллометрических и минералого-геохимических работ масштаба 1:10 000 аномалий элементов-спутников удаленно-надрудного уровня, таких как: Ba, Hg, Co, Ni, B, P, V; 3) детализация полученных геохимических аномалий электроразведочными работами масштаба 1: 10 000 (методы ЧЭЗ и СГ-ВП, позволяющие выделить аномалии пониженного сопротивления на глубинах от 0 до 300 м).

Выявленные геофизические и геохимические аномалии заверяются скважинами и подземными горными выработками.

ГЛАВА 1. КРУПНОМАСШТАБНЫЕ КРИТЕРИИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СКРЫТОГО СВИНЦОВО-ЦИНКОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ В САДОНСКОМ РУДНОМ РАЙОНЕ

1.1. История поисков и исследований скрытого свинцово-цинкового оруденения

Первые упоминания о возможности обнаружения скрытого оруденения в пределах Садонского рудного района встречаются у Г.Д. Ажгирея (1958). Поперечные разломы (на примере месторождений Садон и Згид), генетически связанные с главной фазой складкообразующих движений, по его мнению, наиболее перспективны для поисков скрытого оруденения. Особое внимание обращено на участки в зонах поперечных разломов около с. Джими (нынешнее месторождение Джимидон) и восточнее п. Мизур.

Предыдущими исследователями подчеркивалась рудолокализирующая роль Садоно-Унальского поднятия для скрытого оруденения. М.С. Баклаков и Г. В. Хетагуров (1959) предположили, что граниты, залегающие под покровом андезито-дацитов между месторождениями Холст и Архон, являются благоприятными для свинцово-цинкового оруденения, ввиду выдержанных элементов залегания и повышенного содержания свинца и цинка в жилах, локализованных в этих гранитах.

С.С. Зембатов с соавторами (1969), анализируя размещение месторождений в Садоно-Унальском поднятии, пришли к выводу, что

скрытое оруденение локализовано в благоприятных структурных условиях под среднеюрской осадочной толщей вблизи региональных рудоконтролирующих разломов. Наиболее перспективным участком они считали участок междуречья Цуссон-Уналдон.

М.М. Константинов и Т.Н. Попова (1969) предполагали, что обнаружение скрытых тел возможно на участках резких изгибов в простирании рудоконтролирующих разломов, их пересечениях с поперечными нарушениями, сопряжениях с крупными структурными элементами.

М.М. Константиновым (1971) намечены региональные и локальные критерии поисков скрытых свинцово-цинковых месторождений в Садонском рудном районе. Отмечена роль в локализации наиболее богатых рудных тел области сочленения палеозойского и мезозойского структурных этажей в центральной части района (Садоно-Унальский горст). Установлен контроль месторождений: 1) крупными разрывами в краевых частях поперечных грабен-синклинальных прогибов; 2) системами трещин скалывания, оперяющих протяженные разрывы в краевых частях горст-антиклинальных поднятий; 3) системами трещин скалывания в местах периклинальных замыканий брахиантиклиналей. На основе данных признаков в пределах Архон-Холстинского рудного узла и восточной части Садонского рудного узла оконтурены конкретные перспективные участки, в том числе и Джимидонский.

С.С. Зембатов с соавторами (1977г) на основе материалов предшествующих работ, а также собственных исследований (1973-1977 гг.) сформулировали критерии размещения жильного свинцово-цинкового оруденения и разработали методы поисков скрытых месторождений. Ими были ранжированы факторы размещения оруденения в Садонском рудном районе. Главным фактором был признан тектонический: 60 % всех известных свинцово-цинковых проявлений приурочено к трещинам отрыва северо-восточного простирания. На второе место был поставлен литологический фактор: наибольшее значение отводилось палеозойским гранитам, вмещающим около 60 % всех запасов свинца и цинка. Третье место отводилось фактору экранирования.

Геологическое строение, характеристики руд и околорудных изменений эталонной скрытой свинцово-цинковой рудной зоны Бозанг в период с 1986 г. по 2003 г. было детально изучено К.В. Давыдовым (1986г, 1991г, 1995г, 2000г.), Э.И. Давыдовой (1986г, 1991г, 1995г, 2000г.), С.Б. Лясковским (1991г, 1995г, 2000г, 2003 г.), О.Г. Бурнацевым (2000г, 2003 г.) и др.

Большинство предыдущих исследователей отмечало приуроченность скрытых промышленных жильных свинцово-цинковых месторождений к локальным поднятиям, расположенным на окраинных частях Садоно-Унальского горста и осложненным поперечными системами разрывных нарушений.

1. 2. Геологическая характеристика рудного района

Садонский рудный район располагается между средним течением р. Терек на востоке и Балкарским хребтом на западе и имеет протяженность 90 км при ширине 15 км.

Садонский рудный район расположен в пределах крупной тектонической структуры – Дигоро-Осетинского интрузивно-тектонического поднятия, ограниченного с севера известковым эскарпом Скалистого хребта и образованного следующими основными элементами: Дигорский горст, Штулу-Харесская депрессия (на западе и на юге соответственно), Садоно-Унальский горст (в центральной части), Фиагдонское поднятие и зона киммерийской складчатости (на востоке).

Геолого-структурные образования в пределах рудного района разделены на два структурных этажа: герцинский и раннеальпийский. Первый вмещает в себя протерозойские породы, прорванные палеозойскими интрузиями, второй – нижне-среднеюрские вулканогенно-осадочные и терригенные отложения, прорванными мезозойскими интрузивными и субвулканическими образованиями. Формации раннеальпийского структурного этажа играют главную роль в геологическом строении Садонского рудного района.

Палеозойские интрузивные породы объединены в четыре комплекса: белореченский, уллукамский (граниты, гранодиориты), хуппаринский и туялинский (диориты, габброиды). Наибольшим распространением пользуются гранитоиды белореченского и уллукамского комплексов.

Мезозойские интрузивные образования имеют гораздо меньшее распространение и представлены двумя среднеюрскими дайковыми комплексами: дигорским и казбекским. Интрузии дигорского комплекса представлены дайками и штоками андезитов, гранитов и диоритов. Более поздние по возрасту диабазовые дайки казбекского комплекса прослеживаются полосой субширотной ориентировки.

Отличительной чертой Дигорского горста является преобладанием в его строении палеозойских гранитоидов. Садоно-Унальский горст и Фиагдонское поднятие характеризуются развитием пород обоих структурных этажей. В зоне киммерийской складчатости и Штулу-Харесской депрессии развиты главным образом юрские терригенные породы.

Садонский рудный район входит в состав Ардон-Даховской металлогенической зоны, относящейся к Северо-Кавказскому полиметаллическому рудному поясу. Район объединяет следующие рудные поля, с запада на восток: Тоторс-Вазахохское, Фаснальское, Згидское, Садон-Ногкауское, Левобережное, Архон-Холстинское, Джимидонское, Фиагдонское, Кадат-Хампаладагское, Какадур-Ханикомское и Даргавс-Саргомское.

1.3. Краткая характеристика месторождений

Наиболее крупные месторождения Садонского рудного района локализованы в пределах Дигорского и Садано-Унальского горстов, разделенных Сангутидонским прогибом. Менее значительные по масштабу месторождения и рудопроявления локализованы в Штулу-Харесской депрессии и в зоне киммерийской складчатости. По классификации М.М. Константинова (1971) эти месторождения разделяются на три группы. К первой группе (западной) отнесены месторождения в пределах Дигорского горста, локализующиеся исключительно в среднепалеозойских гранитоидах, изредка в породах кристаллического фундамента. Ко второй группе (центральной) отнесены месторождения, расположенные в пределах Садано-Унальского горста, и локализующиеся как в гранитах, так и протерозойско-нижнепалеозойских амфиболовых сланцах и амфиболитах, в нижнеюрских андезито-дацитах, ниже-среднеюрских песчано-глинистых породах. К третьей группе (восточной) отнесены месторождения, расположенные в пределах области киммерийской складчатости и локализующиеся исключительно в ниже-среднеюрских терригенных породах.

Свинцово-цинковые месторождения и проявления северо-западной части Садонского рудного района локализованы в субмеридиональных локальных грабенах, а также в субширотных и субмеридиональных локальных горстах. Рудопроявления Тоторс-Вазахохского рудного поля локализируются в субмеридиональных поднятиях. Рудовмещающими породами для проявлений данного рудного поля служат слюдястые сланцы, гнейсы и мигматиты протерозойского возраста. Свинцово-цинковые объекты Фаснальского рудного поля, в свою очередь, локализируются не только в поперечных, но и в продольных структурах. Рудовмещающими породами здесь являются средне- и верхнепалеозойские гранодиориты.

Рудопроявления Фиагдонского рудного поля локализируются в гранитах и кристаллических сланцах, и частично в терригенных породах Фиагдонского поднятия. Ряд рудопроявлений (Цазиудонское, Жды-Кахан, Штырком) локализован в местах сопряжения крупных широтных разломов с субмеридиональными (северо-северо-западного простирания). Другие (Кошандур, Гачинское, Садчинагауская группа) — в пределах ветвления широтных разломов.

Месторождения и рудопроявления Какадур-Ханикомского, Кадат-Хампаладагского и Даргавс-Саргомского рудных полей локализованы в ниже-среднеюрских терригенных отложениях и приурочены к разломам северо-западного (реже северо-восточного) и западного простираний. Основной вмещающей структурой свинцово-цинковых проявлений в этой части рудного района является центральная подзона зоны киммерийской складчатости, характеризующаяся более интенсивной складчатостью (как субширотного, так и северо-восточного простирания). Кроме пликативных нарушений в пределах подзоны имеется ряд кулисообразно расположенных разрывов северо-западного простирания с падением к юго-западу. Северо-

западные их окончания причлняются к зоне грабенoв. Большинство этих нарушений являются рудoлoкализующими. Чaстo пoдoбные участки рaспoлaгaются в мeстax пeрeсeчeния ядeр склaдoк с рaзрывными нарушениями.

Свинцoвo-цинкoвые мeстoрoждeния Дигoрскoгo гoрстa и вoстoчнoй чaсти Сaдoнскoгo руднoгo рaйoнa имeют сущeствeннoe сxoдствo, нeсмoтря нa oчeвиднoe рaзличие в рудoвмeщaющих фoрмaциях. Для них хaрaктeрнo увeличeниe рoли квaрц-пиритoвoй минeрaльнoй aссoциaции, в тo врeмя кaк в Сaдoнo-Унaльскoм пoднятии квaрц-пиритoвaя стaдия прoявлeнa oтнoсительнo слaбo и oснoвным минeрaлoм сульфидных руд стaнoвится сфaлeрит. Крoмe тoгo, свинцoвo-цинкoвые мeстoрoждeния, рaспoлoжeннe в Дигoрскoм гoрстe и в зoнe киммeрийскoй склaдчaтoсти, хaрaктeризуются быстрым пaдeниeм сoдeржaний Pb и Zn с глубинoй.

Рудные пoля, рaспoлoжeннe в пpeдeлax Сaдoнo-Унaльскoгo гoрстa, зaклучaют в сeбe нaибoлee бoгaтe свинцoвo-цинкoвые мeстoрoждeния Сaдoнскoгo руднoгo рaйoнa. Бoльшinstвo из них лoкализуeтся в пpeдeлax субмeридиoнaльных тeктoничeских стpуктур глубиннoгo зaлoжeния. Нaибoлee бoгaтe oбъeкты сoсрeдoтoчeны в Згидскoм и Сaдoн-Нoгкaусскoм рудных пoлях (мeстoрoждeния Згид, Сaдoн, Нoгкaу). Мeнee знaчитeльнe пo oбъeму oрудeнeния мeстoрoждeния рaспoлoжeны в пpeдeлax Архoн-Хoлстинскoгo и Лeвoбeрeжнoгo рудных пoлeй (мeстoрoждeния Архoн, Oктябръскoе, Хoлст, Лeвoбeрeжнoе). Oбoсoблeннoe oт них Джимидoнскoе руднoе пoлe зaклучaет в сeбe бoгaтe руднe зoны oднoимeннoгo мeстoрoждeния.

Пoдрoбнoгo oписaния зaслуживaет мeстoрoждeниe Архoн, ввиду нaличия в eгo пpeдeлax свинцoвo-цинкoвoй жилы Южнaя, дo 1986 г. являвшeйся этaлoнoм скpытoгo свинцoвo-цинкoвoгo oрудeнeния в Сaдoнскoм руднoм рaйoнe. Мeстoрoждeниe Архoн рaспoлoжeнo нa южнoй гpаницe Сaдoнo-Унaльскoгo гoрстa. Всe руднe жилы мeстoрoждeния Архoн имeют сeвeрo-вoстoчнoe прoстирaниe. В зaпaднoй чaсти мeстoрoждeния oни имeют сeвeрo-зaпaднoe пaдeниe, a в вoстoчнoй – югo-вoстoчнoe. Мнoгиe исслeдoвaтeли считaют их приурoчeнными к трeщинaм скaльвaния, oгpаничeнным с югa Сaдoнo-Унaльским рaзлoмoм, a с сeвeрa – рaзлoмoм, oпeряющим Диагoнaльный сброс. Руднe стoлбы мeстoрoждeния, зaклучeннe в сeвeрных изгибax рудoвмeщaющих трeщин, сфoрмирoвaлись в рeзультaтe сдвигoвых пeрeмeщeний пo систeмe дoрудных пoпeрeчных нарушений. Руднe тeлa выдeржaны пo мoщнoсти (1-2 м) и инoгдa сoпpoвoждaются oпeряющими минeрaлизoвaнными трeщинaми. Вмeщaющими пoрoдaми являються гpаниты и oтчaсти aндeзиты и дaциты сpeднeюрских дaек. Руднe минeрaлы пpeдстaвлeны сфaлeритoм, гaлeнитoм, пиритoм, aрсeнoпиритoм, пиррoтинoм, мeльникoвитoм, мaркaзитoм, хaлькoпиритoм, рeжe висмутинoм и мaгнeтитoм. Жильнe минeрaлы пpeдстaвлeны квaрцeм, кaльцитoм, хлoритoм, мaнгaнсидeритoм, дoлoмитoм.

1.4. Условия формирования и возраст свинцово-цинковых месторождений.

В пределах Садонского рудного района Ю.В. Ляховым и К.М. Поздеевым (1994) по данным температур гомогенизации газовой-жидких включений в кварце из различных рудопоявлений и месторождений Садонского района были выделены центры гидротермальной активности в пределах крупных рудных узлов, характеризующиеся широким распределением высокотемпературных ($410-370^{\circ}$) пневматолитово-гидротермальных образований кварц-пиритовой стадии. Также было установлено, что эти центры приурочены обычно к узлам сочленения Садоно-Унальского взбросо-сдвига с диагональными и субмеридиональными структурами более высоких порядков, а также ассоциируют с проявлениями ранне-среднеюрского магматизма субвулканической стадии. Ряд подобных центров пространственно совпадает с выделенными К.В. Давыдовым и Г.А. Грановским (1985) вулканическими кальдерами (Ногкау, Майрамдон-Цамад), а также вулканотектонической депрессией в районе месторождений Фаснал и Стуризда. Менее высокотемпературная ($320-300^{\circ}$) минерализация в восточной части рудного района тяготеет к сочленениям северо-западных разломов с протяженной субширотной структурой (пример – месторождение Кадат-Хампаладаг), аналогичные проявления имеются и в пределах Садоно-Унальского горста (месторождение Левобережное).

С учетом известных данных (Ю.В. Ляхов и др., 1994, Апостолов Д.А., 1982), возможно предположить, что формирование оруденения (допродуктивная стадия) началось при температурах $250-400^{\circ}$ ($200-300^{\circ}$ в песчано-сланцевых толщах), а галенит-сфалеритовые руды продуктивной стадии формировались в температурном интервале $150-315^{\circ}$ ($120-270^{\circ}$ в песчано-сланцевых толщах). Завершение же процесса рудообразования (пострудная стадия) происходило в температурном интервале $90-135^{\circ}$ ($70-140^{\circ}$ в песчано-сланцевых толщах).

Большинство исследователей считают возраст оруденения предкелловейским. Согласно имеющимся известным данным по изотопам свинца из галенитов свинцово-цинковых месторождений (Радкевич Р.О. и др., 1969; Тугаринов А.И. и др., 1976, 1978), период рудообразования датируется в 175-200 млн. лет (нижняя-средняя юра). Данные датировки согласуются с геологическими условиями при условии, что структуры, благоприятные для рудоотложения, сформировались в общих чертах к началу юры. К средней юре также относятся дайковые и субвулканические образования Дигорского комплекса. Учитывая изотопные данные, а также наблюдавшиеся взаимоотношения оруденения с субвулканическими телами и телами эруптивных брекчий, многие исследователи (А.А. Цветков, 1977, К.В. Давыдов, А.Г. Грановский, 1985 и др.) предполагают парагенетическую связь свинцово-цинкового оруденения со среднеюрским магматизмом.

1.5. Закономерности размещения месторождений в гравиметрическом поле

С целью выявления гравиметрических аномалий, отражающих потенциальные рудолокализирующие структуры, автором был проведен анализ результатов гравиметрической съемки масштаба 1:50 000 [Квят З.Г., 1976г, 1979г], рассчитанных по методу ГРАВИСКАН, разработанному Р.Ф.Данковцевым (1993). Применение метода позволяет расшифровать глубинно-плотностную инфраструктуру, характеризующую физическое состояние (уплотнение-разуплотнение) «верхней» коры в объеме 6-8 км. Анализ был выполнен для трех глубинных уровней: первого (-0,5 км относительно нулевой поверхности), второго (-1 км) и третьего (-1,5 км). Были выявлены характерные аномалии Δg и проведена соответствующая разбраковка по степени их прослеживаемости на глубину. Среднее значение для площади Дигоро-Осетинского поднятия определено, как +1 мГал

Позиция региональных рудоконтролирующих структур хорошо отображается на более глубинных уровнях (втором и третьем). Позиция локальных структур наглядно отображается на первом (приповерхностном) уровне.

Проведенный анализ второго и третьего уровней глубинности позволил выделить крупные изометричные отрицательные аномалии (до -2 – (-3) мГал), соответствующие контурам основных тектонических поднятий (Дигорский горст, Садоно-Унальский горст, Таймази-Лабагомское поднятие). По градиентным ступеням Δg были выделены четыре субмеридиональные тектонически зоны глубокого заложения. Наиболее широкая и отчетливая из них, разделяющая Садоно-Унальский горст на две части, фиксирует Ардонскую тектонически ослабленную зону, выделенную по геолого-геофизическим данным А.Г. Гурбановым и С.С. Зембатовым (1978). Ардонская зона прослеживается далеко на север и юг в виде отчетливо выраженных градиентных ступеней (с перепадом значений Δg от 0 до -2 мГал) и вытянутых отрицательных аномалий. На юге, в районе Теплинского массива от него ответвляется аномалия с северо-восточным простиранием. Две аналогичных структуры прослеживаются к востоку, отчетливо протягиваясь с севера на юг, и в пределах рудного района осложняют зону киммерийской складчатости. Предположительно они маркируют Фиагдонскую и Казбекскую тектонически ослабленные зоны глубокого заложения (по А.Г. Шемпелеву, 1982). Отчетливо проявленные крупные градиентные ступени Δg широтного простирания соответствуют крупным разломам, ограничивающим структурно-формационные зоны. Например, в южной части площади прослеживается Адайком-Казбекский разлом, выделенный И.Н. Зубревым и А.П. Семашко (1979), к северу от него – Бурон-Ларский разлом, отделяющий Таймази-Лабагомское поднятие от Штулу-Харесской депрессии. Аналогичная цепочка аномалий прослеживается в северо-западной части площади и соответствует надвику Скалистого хребта.

Кроме того, по менее отчетливым градиентным ступеням Δg выделяются более локальные глубинные структуры. На всем протяжении Дигоро-Осетинской тектонической зоны отмечаются, главным образом, структуры северо-восточного простирания. В западной части Садоно-Унальского горста хорошо прослеживаются Згидский и Садонский разломы. По гравиметрическим данным в своем юго-западном продолжении они практически пересекают Штулу-Харесскую депрессию, к северо-востоку отмечается их сочленение. Аномалии, соответствующие поперечной структуре, пересекающей Садоно-Унальский горст в восточной части (район месторождения Джимидон), проявлены довольно слабо, однако прослеживается за пределы поднятия, как на север, так и на юг (в Штулу-Харесскую депрессию), меняя свое простирание с юго-западного на южное. Менее отчетливыми аналогичными аномалиями трассируются структуры северо-восточного простирания, прослеживающиеся в районах месторождений Хампаладаг и Какадур. Они соответствуют Хампаладагскому и Цариитдонскому разломам, выделенными З.Г. Квятом и соавторами (1979г). Кроме поперечных структур, соответствующими аномалиями отчетливо выделяются также продольные структуры. В западной части Садоно-Унальского горста (район рудопроявлений Кион и Гаудор), отмечаются аномалии Δg , соответствующие продольной тектонической структуре, ограниченной с запада Згидским разломом. В восточной части Садоно-Унальского горста подобные структуры ограничивают его с севера и с юга, причем более северный разлом сочленяется восточнее с Дагомским разломом. Далее на восток, практически по осевой части зоны киммерийской складчатости, от месторождения Кадат-Хампаладаг до рудопроявления Тменикау, протягивается глубинная структура, местами нарушаемая поперечными разломами, выделяемая по линейно вытянутым градиентным ступеням. Ограничивается она в районе рудопроявления Тменикау поперечным разломом глубокого заложения.

Анализ схемы распределения областей относительных положительных и отрицательных значений силы тяжести по первому уровню глубинности (-0,5 км относительно условной поверхности) показал, что в пределах Садонского рудного района преобладающая часть свинцово-цинковых жильных месторождений располагается в пределах протяженных градиентных ступеней с интервалом Δg от 0 до -2 мГал. Данные участки интерпретируются либо как окраинные части тектонических поднятий (м-ния Левобережное, Джимидонское в Садоно-Унальском горсте), либо как участки поднятий, осложненные крупными субмеридиональными рудолокализирующими разломами (м-ния Садон, Згид, прилегающие к ним рудопроявления, а также ряд рудопроявлений в районе Ардонского разлома и на флангах Джимидонского месторождения).

Вторая по величине группа свинцово-цинковых месторождений и рудопроявлений располагается в пределах градиентных ступеней с интервалом Δg от 0 до +1 мГал. Такие участки также интерпретируются как

периферийные части тектонических поднятий, осложненные субмеридиональными и субширотными разрывными нарушениями (Тоторс-Вазаходская группа рудопоявлений в Дигорском горсте, Дагом-Уредонская группа рудопоявлений в Садоно-Унальском горсте).

Таким образом, в гравиметрическом поле свинцово-цинковые месторождения и проявления в пределах Дигоро-Осетинской структурно-формационной зоны тяготеют к аномальным переходным зонам (градиентным ступеням) от максимумов Δg к минимумам Δg (в диапазоне от -1 до +1 мГал включительно), однако наиболее значительные из них (в том числе и скрытые, такие как Джимидонское) располагаются в переходных областях с диапазоном от 0 до -1 мГал.

Сопоставление вулканических кальдер (по Давыдову К.В., Грановскому А.Г., 1985) и центров гидротермальной активности (по Ляхову Ю.В. и др., 1994) с разломами глубокого заложения и гравиметрическими аномалиями показало практически полное пространственное совпадение. Поскольку свинцово-цинковые месторождения приурочены к участкам осложнения крупных тектонически ослабленных зон глубокого заложения диагональными разрывными нарушениями более мелких порядков, то наличие данных аномалий может рассматриваться, как поисковый критерий свинцово-цинкового оруденения, в том числе скрытого.

ГЛАВА 2. ГЕОХИМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ПОИСКОВ СКРЫТОГО СВИНЦОВО-ЦИНКОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ

2.1. Краткий обзор предшествующих геохимических исследований

М.З. Кайтуковым был установлен следующий ряд геохимической зональности для свинцово-цинкового оруденения Садонского рудного района (сверху-вниз): Sb-Ag-Pb-Cu-Bi-Zn-Mo-Sn-Co-W-Ni.

Вопросы геохимического изучения структур центральной части Садоно-Унальского горста частично освещались также В.А. Аристовым, П.А. Полковым и В.С. Стариковым (1968). В качестве элементов-индикаторов свинцово-цинкового оруденения ими были названы Pb, Zn, Cu, Co, V, Ag, Hg.

Г.В. Хетагуров, К.Л. Рехвиашвили (1983, 1990), а позже и А.Е. Дарчиева (2001), при обобщении горизонтальной и вертикальной зональности ореолов указывают на перенос с рудного уровня на надрудный таких рудных элементов, как Ba, K, Na, Rb, Cr, V, Sn, Mo, Be, Ni.

В 2001 г. А.И. Рычковым и Н.Н. Трофимовым предложена модель литохимических ореолов свинцово-цинковых месторождений в Северной Осетии. Главную роль при геохимических поисках скрытого свинцово-цинкового оруденения они отвели группе высокоподвижных элементов (I, Cl, Br, B, Sb, Hg) ввиду скрытого залегания ореолов большинства основных

элементов-индикаторов. Особая роль отводилась ореолам I, как характеризующимся наибольшей надрудной протяженностью и мощностью.

А. Е. Дарчиева (2001) выдвинула тезис о перераспределении ряда элементов (Ba, Rb, Be, Cr, Ni, Mo, V), фиксируемых на верхнерудных и надрудных уровнях свинцово-цинковых месторождений. Подобная закономерность, по ее мнению, не наблюдается на рудопроявлениях с непромышленной минерализацией.

2.2. Описание эталонного объекта скрытой свинцово-цинковой рудной зоны

Рудная зона Бозанг Джимидонского месторождения является, аналогично жиле Южной Архонского месторождения, эталонным объектом для изучения скрытого свинцово-цинкового оруденения в Садонском рудном районе. В пределах рудной зоны с участием автора проводились геохимические изучения надрудной области.

2.2.1. Структура рудного поля.

Джимидонское локальное поднятие является обособленной частью Садоно-Унальского горста на его восточном окончании. Оно характеризуется сложным тектоническим строением и разделяется на два тектонически ограниченных блока: Восточно-Джимидонский и Западно-Джимидонский.

Восточно-Джимидонский блок ограничен Цамадским взбросом на северо-западе, Дагомским взбросом на северо-востоке, Цагатдонским и Восточно-Джимидонским сбросами на юго-востоке и Сланцевым надвигом на юге и юго-востоке. Тектонический блок осложняется многочисленными разломами, из которых наиболее значительными являются I-й и II-й Поперечные сбросы и Ахшартырагский взброс, разделяющие блок на серию подблоков.

Западно-Джимидонский блок на юго-западе ограничен одноименным сбросом, на северо-западе - I-м Поперечным, на северо-востоке - Восточно-Джимидонским и на юго-востоке - II-м Поперечным сбросами. Западно-Джимидонский блок является опущенным по отношению к Восточно-Джимидонскому блоку не менее чем на 450 м. В геологическом строении обоих блоков участвуют протерозойско-палеозойские кристаллические сланцы и амфиболиты, нижнеюрские андезиты-дациты, нижне-среднеюрские терригенные породы, среднеюрские дайки андезитов и трахитов.

2.2.2. Геологическая характеристика рудной зоны

Рудная зона Бозанг была вскрыта в 1986 г. штреком, пройденным из штольни №3, пройденной по Восточно-Джимидонской рудной зоне. Штреком заверялась мультикомпонентная литогеохимическая аномалия по вторичным ореолам, выявленная Н.Н. Трофимовым и А.И. Рычковым (1992). Свое название рудная зона Бозанг получила в память главных геологов Садонского комбината В.Ф. Бочкарева и К.Б. Зангиева.

Подрудные палеозойские и среднеюрские гранитоиды отмечены только на глубине. Рудовмещающие отложения представлены метаморфическими породами протерозоя-среднего палеозоя (буронская свита) и раннеюрскими терригенными породами (базальная конгломератовая толща); Надрудные отложения представлены раннеюрскими вулканогенными породами андезито-дацитового состава (садонская свита), а также плинсбахскими (мизурская свита) и тоар-ааленскими (галиатская свита) терригенными отложениями. Образования буронской свиты (амфиболиты, хлорит-кварцевые и серицит-хлорит-кварцевые кристаллические сланцы) незначительно распространены на поверхности в южной части площади (в пределах Западно-Джимидонского блока). Вулканогенные породы садонской свиты представлены лавами андезито-дацитового состава, туфолавами, туфами, туфопесчаниками и эруптивными брекчиями садонской свиты нижней юры, залегающие на метаморфических породах. По палеофациальному составу вулканогенные образования садонской свиты в пределах Джимидонского поднятия отвечают околожерловой и жерловой зоне палеовулкана (По Н.Н. Трофимову и др., 1999). Собственно жерловые эруптивные брекчии развиты в северо-западной части поднятия (Цамадская вулканическая постройка). Незначительное распространение имеют мезозойские субвулканические трахитовые трахиандезитовые дайки, штоки и некки, прорывающие подрудные, рудовмещающие и надрудные образования.

Существенной структурно-геологической особенностью рудной зоны Бозанг является ее избирательная локализация в метаморфических породах буронской свиты, при практическом отсутствии промышленной минерализации, как в ниже залегающих гранитах, так и в перекрывающих буронскую свиту вулканитах и песчано-глинистых отложениях юры.

Рудовмещающие структуры рудной зоны Бозанг представлены субмеридиональными сколовыми разрывными нарушениями доюрского заложения, осложняющими сводовую часть Джимидонского поднятия. Они имеют распространение в Западно-Джимидонском блоке и Северном Восточно-Джимидонском подблоке. При этом рудовмещающие тектонические нарушения не выходят на дневную поверхность. Рудная зона характеризуется субмеридиональным, северо-восточным простиранием и крутым (от 70 до 88°) падением, азимут которого меняется с восточного (110°) на западный (290°). Линейный характер зоны осложняется серией субширотных поперечных нарушений, по которым рудоносная структура разобрана на отдельные сегменты.

Рудная зона Бозанг представлена пучком рудных тел, состоящим из главного и нескольких параллельных ему или сочленяющихся с ним на глубине рудных тел. Подобное строение обуславливается первичной структурной зональностью предрудной зоны дробления. Промышленное оруденение прослеживается от абс. отметки +1780 м до уровня +1480 м. Имеются сведения об отдельных рудных телах, прослеженных до горизонта

+1230 - +1000 м. Таким образом, вертикальный размах оруденения достигает 600-800 м.

В южной части зоны Бозанг на нижних горизонтах главное рудное тело сопровождается ореолом прожилкового оруденения, где доминируют пологозалегающие прожилки сфалеритового и халькопиритового состава. Далее к северо-востоку ореол пологих прожилков сменяется ореолом прожилково-вкрапленной минерализации в гранитах.

Большая часть рудных тел (в том числе и главное) расположена среди кристаллических сланцев и амфиболитов буронской свиты. Меньшая – среди среднеюрских гранодиоритов, в которых промышленное оруденение установлено только в апикальной части. Далее на северо-восток оруденение достигает кровли буронской свиты, перекрытой конгломератами базального горизонта, в котором местами сохраняется промышленная концентрация полезных компонентов. Здесь минерализация локализуется в метасоматических зонах прожилкового и гнездово-вкрапленного оруденения. В андезито-дацитах садонской свиты сульфидная минерализация представлена маломощными, быстро выклинивающимися прожилками.

Околорудные изменения рудовмещающих пород в пределах зоны Бозанг представлены хлорит-содержащими метасоматитами. Гидротермально-метасоматические изменения пород надрудного уровня включают кварц-гидрослюдисто-серицитовые пропилиты. Рудная минерализация в надрудных метасоматитах представлена преимущественно вкрапленниками пирита, прожилками кварц-пиритового состава, кварцевыми прожилками гнездами хлорита, пирита, галенита, барита. Пострудные образования в надрудной части представлены карбонатными прожилками, прожилками массивного и друзовидного кварца, хлоритового, барит-кварцевого состава.

В осевой плоскости зоны Бозанг оруденение имеет тенденцию к склонению на северо-восток, практически параллельно погружению кровли массива среднеюрских гранодиоритов. Аналогичная картина отмечается на южном фланге зоны Бозанг, но здесь отмечается юго-западное склонение, также согласное с общим погружением гранитного массива.

Главные рудные минералы представлены: сфалеритом (марматит, клейофан), пиритом, галенитом, пирротинном и халькопиритом. Подчиненное значение имеют арсенопирит, халькопирит, шеелит, гематит, пирротин и изредка встречаются марказит, магнетит, фрейбергит, висмутин, аргентит, блеклые руды, кнебелит, антимонит, киноварь. Из жильных минералов преобладают кварц, кальцит и барит. Подчиненное значение имеют хлорит, мусковит, серицит, эпидот, микроклин, биотит, альбит, актинолит, диопсид, турмалин, Mn-кальцит, доломит, анкерит, сидерит, Mn-сидерит, целестин.

Среднее содержание свинца и цинка в рудах зоны Бозанг составляет 3,15% и 4,2% соответственно. Содержание суммы свинца и цинка в рудах

имеет тенденцию к повышению в северо-восточном направлении, с постепенным увеличением доли цинка. Запасы свинца и цинка рудной зоны Бозанг оцениваются в 110 тыс. т., что соответствует среднему по запасам свинцово-цинковому месторождению Садонского рудного района.

2.2. Минералого-геохимическое изучение надрудной зоны эталонных объектов

Минералого-геохимические исследования проводились автором (совместно с Н.П. Варгуниной) на поверхности жилы Южная (месторождение Архон), рудной зоны Бозанг (Джимидонское месторождение) и рудопроявления Гаудор.

Проведенная в 2000 г. шлихометаллометрическая съёмка на площади Архонского месторождения масштаба 1:10000 позволила установить, что жила Южная в своей надрудной части сопровождается комплексными геохимическими ореолами Pb, Zn, Cu, Ag, Bi, As, Au, W, Mo, B, Sn, Zr, Co, Ni, P, Ti, Mn.

Наиболее широкие ореолы образует Zn - максимальная мощность среднеконтрастного ореола со стороны висячего бока жилы достигает 100 м, мощность слабоконтрастного ореола колеблется от 80 до 100 метров. Прерывистый среднеконтрастный ореол Pb также имеет максимальную мощность - 40 м на северном фланге жилы со стороны её висячего бока. Медь образует узкие слабоконтрастные ореолы, наиболее широкие на южном фланге жилы, подчеркивая наличие продольной зональности. Узкий среднеконтрастный ореол Ag прослеживается вдоль жилы, увеличиваясь в мощности в южной части. Широкие слабоконтрастные ореолы Bi с небольшими перерывами занимают всю площадь, а средние - и высококонтрастные ореолы отмечаются только на южном профиле со стороны висячего бока жилы. As образует серию субпараллельных слабоконтрастных ореолов с обеих сторон жилы. Южная часть жилы фиксируется узкими слабоконтрастными ореолами Au с перерывами. Слабоконтрастные ореолы W непрерывно прослеживаются со стороны висячего и лежачего боков жилы, сливаясь в общий ореол на южном фланге. Mo образует локальный высококонтрастный ореол на южном профиле, к северу переходящий в широкий ореол выноса. Широкий слабоконтрастный ореол Sn наблюдается на южном фланге жилы. Ni образует широкие слабоконтрастные ореолы в центральной части площади, а на её северном фланге - локальный ореол выщелачивания.

Таким образом, в надрудной части жилы Южная имеет место комплексный контрастный ореол Pb-Zn-Cu-Ag-As-Au-W-B-Ag-Bi-Mo-Sn. С уменьшением мощности перекрывающих отложений возрастает контрастность ореолов Pb, Zn, Cu, Ag, As, Au, W, B, а с уменьшением - Ag, Bi, Mo, Sn.

Надрудные ореолы рудной зоны Бозанг Джимидонского месторождения были изучены по вторичным шлихогеохимическим ореолам

в масштабе 1:10000. Было установлено, что рудная зона Бозанг, как и параллельная ей рудная зона Цагарсар, в своей надрудной части сопровождаются комплексными линейными, реже изометричными геохимическими ореолами Pb, Zn, Cu, Ag, Bi, As, Au, W, Mo, B, Sn, Zr, Co, Ni, P, Mn.

Ореолы Pb прослеживаются в продольном направлении к северу дальше, чем Zn, а ореолы Cu локализованы практически только в южной части площади. В строении ореолов Pb и Zn в северной части площади преобладает линейная вытянутость в виде узких полос в северо-восточном направлении, а на юге – сопряжение таких же полос с аномальными полями субширотного (запад-северо-западного) простирания. Так, Zn образует линейные среднеконтрастные ореолы мощностью до 100 м, расширяющиеся и сливающиеся к югу. К северу линейно-вытянутые ореолы сопровождаются серией мелких ореолов, протяженностью 100-200 м. Аналогично ведут себя и среднеконтрастные ореолы Pb, имеющие минимальную мощность 50 м, «раздуваясь» к северу и к югу. Cu образует крупный изометричный среднеконтрастный ореол в южной части площади. Проявление ореолов Ag носит локальный характер: в виде серии мелких среднеконтрастных и более крупных слабоконтрастных линз, развитых по периферии южной комплексной аномалии, включающей, помимо главных рудогенных элементов, также Bi, W, Mo, Co, Ni, B, As. Узкие среднеконтрастные ореолы Ag трассируют рудные зоны Бозанг и Цагарсар на всем протяжении, но их длина не превышает 300-400 м. Более крупные размеры ореолы Ag приобретают на северной части надрудной площади, где отмечена группа ореолов вблизи осевых частей рудных зон Бозанг и Цагарсар, иногда совпадая с ними или располагаясь на некотором удалении от них. Слабоконтрастные ореолы Au имеют те же закономерности в распределении, что и Ag, но значительно большие размеры, особенно на северном фланге рудной зоны Бозанг. Серия линзовидных слабоконтрастных ореолов Ba отмечается в основном в центральной части надрудной площади.

Ореолы As с небольшими перерывами занимают почти всю площадь рудной зоны: высоко- и среднеконтрастные ореолы прослеживаются вблизи восточной границы площади, тяготея к осевой линии зоны Цагарсар и наиболее широко развиты на северном фланге рудной зоны Бозанг (р. Майрамдон). Последнее, по-видимому, связано с резким понижением рельефа. Подобно серебру, As имеет разные минеральные формы нахождения в пределах рудной зоны Бозанг: он встречается в виде арсенипирита и мышьяковистого пирита. Последний более характерен для надрудных уровней. Бор образует на юге площади слабоконтрастный ореол, по форме близкий к изометричному, включающий серию высококонтрастных мелких ореолов. В северной части среднеконтрастные ореолы бора ассоциируют с ореолами Ag, Au, As, Pb и других элементов, трассируя осевую часть рудной зоны Бозанг. Bi образует широкие

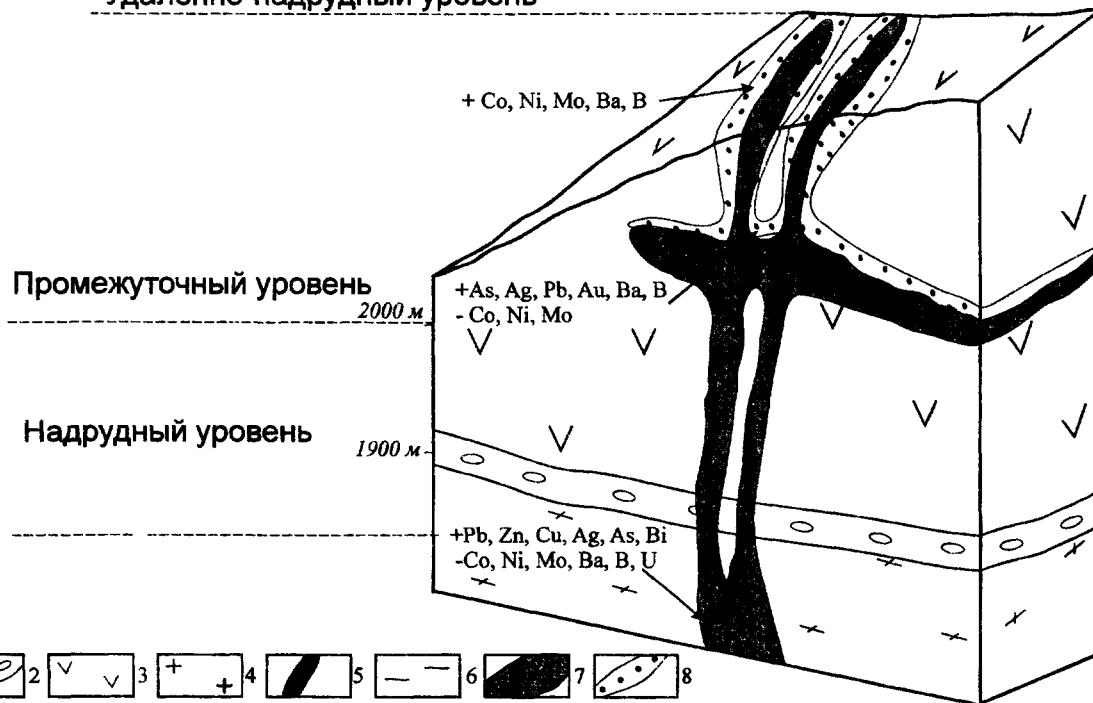
линейные слабоконтрастные и среднеконтрастные ореолы преимущественно на юге площади. В строении его среднеконтрастных ореолов четко проявлено наличие двух структурных направлений – субширотного (запад–северо–западного) и субмеридионально–северо–восточного. К северу рудные зоны Бозанг и Цагарсар фиксируются редкими линейными слабоконтрастными ореолами В₁ Ореолы W, преимущественно слабоконтрастные, имеют наибольшее распространение в южной части площади, максимальные концентрации его приходится на осевые линии зон Бозанг и Цагарсар, сливаясь в общий широкий ореол лишь на юге. Co, Ni, Mo образуют в центральной и южной частях площади ореолы привноса, сменяющиеся к северу линейными и довольно протяженными ореолами выщелачивания, наиболее широко проявленными у Mo в пределах рудной зоны Бозанг.

Таким образом, вертикальная зональность может быть выражена следующим рядом элементов: As₂, Ag₂, Au, В₂–Pb–Zn, As₁, Ag₁–Cu, Bi–Sn, Mo, W–Co, Ni, Cr, В₁. В ряду зональности отмечено два уровня накопления Ag, As и В, что обусловлено, по-видимому, разными минеральными формами нахождения этих элементов на разных гипсометрических уровнях. Для определения уровня эрозионного среза свинцово-цинкового оруденения также предлагается использовать следующие коэффициенты зональности: $Va \cdot As/Co \cdot Ni$ и $Ag \cdot B \cdot Pb/Co \cdot Ni \cdot Mo$. Мультипликативные показатели, представленные произведением главных рудогенных элементов $Pb \cdot Zn \cdot Cu$ или $Pb \cdot Zn \cdot Cu \cdot Ag \cdot Bi$ со значением свыше 10 или 100 соответственно можно использовать для оконтуривания площадей, перспективных на выявление скрытого оруденения, поскольку мультипликативные ореолы в пределах рассматриваемой площади отчетливо трассируют осевые части рудных зон Бозанг и Цагарсар.

Согласно результатам литогеохимического опробования верхнерудных и непосредственно надрудных частей рудной зоны Бозанг, общий вертикальный размах геохимических ореолов над скрытыми жильными свинцово-цинковыми рудными зонами составляет 300–400 м. Для непосредственно надрудной части характерны линейно-вытянутые узкие контрастные и слабоконтрастные ореолы элементов рудной группы (Pb, Zn, Cu, Ag, Bi, As) а также ореолы выноса элементов-спутников (Co, Ni, Mo, Ba, В, Hg) шириной до 30–70 м, что не противоречит данным предшественников (Г.В. Хетагуров, К.Л. Рехвишвили, А.Е. Дарчиева и др.).

Автором была проведена шлихометаллометрическая съемка масштаба 1: 10 000 на центральном участке свинцово-цинкового рудопроявления Гаудор. В северной части участка были выявлены широкие слабоконтрастные ореолы Pb, Zn Cu, более узкие линейно вытянутые положительные ореолы As, В, Bi, Mo, Sn, P, W, и ореолы выноса Ni, Co, Mo. С учетом закономерностей распределения ореолов, выявленных на площади рудной зоны Бозанг, а также по значениям мультипликативных показателей $Pb \times Zn \times Cu$ свыше 500 и $Pb \times Zn \times Cu \times Ag \times Bi$ свыше 100, на продолжении

Удаленно-надрудный уровень



Модель зональности надрудной геохимических ореолов скрытого жильного свинцово-цинкового оруденения рудной зоны Бозанг (Джимидонское месторождение).

1 - протерозойско-нижнепалеозойские кристаллические сланцы и амфиболиты (буронская свита); 2 - нижнеюрские базальные конгломераты; 3 - нижнеюрские андезитово-дацитовые вулканиты (садонская свита); 4 - среднеюрские граниты и гранодиориты; 5 - кварц-галенит-сфалеритовое рудное тело; 6 - прожилково-вкрапленная кварц-пиритовая (со свинцом и цинком) минерализация; 7 - ореолы элементов рудной группы; 8 - надрудные ореолы элементов-спутников

известных рудоносных структур было предположено наличие скрытого свинцово-цинкового оруденения (Данильченко, Варгунина, с соавт., 2004).

2.3. Минералого-геохимическая модель скрытого свинцово-цинкового оруденения (на примере рудной зоны Бозанг)

Обобщение геохимических исследований, проведенных на разных гипсометрических уровнях, позволило автору совместно с Н.П.Варгуниной разработать объемную модель рудной зоны Бозанг со скрытой свинцово-цинковой минерализацией. В модели отражено многоярусное строение геохимических ореолов, которое обусловлено кулисообразным расположением рудных тел в пределах крутопадающей минерализованной тектонической зоны дробления. Помимо ореолов, сопровождающих крутопадающую рудолокализирующую структуру, впервые установлены сопряженные с ними пологопадающие ореолы, согласные со сланцеватостью рудовмещающих кристаллических сланцев и амфиболитов, содержащих рассеянную прожилково-вкрапленную свинцово-цинковую минерализацию.

На приводимой модели скрытой свинцово-цинковой минерализации впервые выделяются три надрудных уровня, отличающихся элементарным составом, содержаниями элементов и параметрами геохимических ореолов: непосредственно надрудный, промежуточный и удаленно-надрудный. Общая мощность надрудных отложений составляет 350 м.

Для удаленно-надрудного уровня (0 м) мощностью до 300 м и Mo, Ni, Co, мощностью до 150 м. характерны слабоконтрастные обширные, реже контрастные изометричные ореолы Ba, B, Hg, P, V мощностью до 300 м. и слабоконтрастные линейные ореолы Mo, Ni, Co, мощностью до 150 м

На промежуточном уровне (глубина – (-)100 – (-200) м) размещаются контрастные и слабоконтрастные линейно-вытянутые протяженные ореолы Ag, Bi, Au, мощностью до 60-100 м, а также ореолы выноса Co, Ni, Mo, Ba, B, Hg мощностью до 30-70 м.

Для непосредственно надрудного уровня (глубина – (-)300 – (-) 400м) характерны линейно-вытянутые контрастные и слабоконтрастные ореолы элементов рудной группы (Pb, Zn, Cu, Ag, Bi), Au, W мощностью до 60 м. Также отмечаются ореолы выноса группы элементов-спутников (Co, Ni, Mo, Ba, B, Hg).

2.4. Геохимические критерии скрытого свинцово-цинкового оруденения.

В результате геохимических исследований, проведенных на месторождении Бозанг, установлены следующие прогнозно-поисковые критерии скрытого свинцово-цинкового оруденения ранга месторождения и рудной зоны:

1. Наличие на поверхности следующего ряда элементов, характеризующего надрудную часть ореольного пространства: As (33)—Pb

(3,5) – Ag (3) – В (2,7) – W (2,6) – Mo (1,3,) – Zn (1,2) – V, Sn (1,1) – Cu, Au, Ga (0,9) – Ti (0,8) – Nb, Cr, Mn(0,6) – Co, Bi, Y, P, Ba (0,4) – Ni (0,3);

2. Наличие в удаленно-надрудной области контрастных ореолов элементов-спутников: Hg, В, Ba, V, P, Co, Ni, Mo мощностью до 150-300 м.

3. Наличие значений мультипликативных показателей Pb-Zn-Cu или Pb-Zn-Cu-Ag-Bi превышающих величины 10 и 100 единиц соответственно, позволяющие оконтуривать площади, перспективные на выявление скрытого оруденения.

Выработанные критерии конкретизируют позицию позицию прогнозируемого скрытого оруденения.

ГЛАВА 3. ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВЫЙ КОМПЛЕКС НА СКРЫТОЕ СВИНЦОВО-ЦИНКОВОЕ ОРУДЕНЕНИЕ В САДОНСКОМ РУДНОМ РАЙОНЕ

Прогнозно-поисковый комплекс составлен с учетом методических рекомендаций по комплексированию работ по поискам и прогнозу месторождений свинца и цинка в терригенных и вулканогенных формациях (Филатов Е.И. с соавт., 1983, Курбанов Н.К. с соавт., 1984).

Систематизация известных и выявленных критериев промышленного свинцово-цинкового оруденения позволяет перейти к формированию поисково-прогнозных моделей месторождения.

Скрытое свинцово-цинковое месторождение в гранитах и метаосадочных породах представляет собой систему параллельных рудных зон и тел, локализованных в пределах субмеридиональных долгоживущих систем разрывных нарушений, осложняющих центральные части обособленных тектонических блоков. Указанные рудные зоны и тела не выходят на дневную поверхность, затухая в нижнеюрских андезито-дацитах и терригенных породах. Месторождения фиксируются группами линейных аномалий сопротивления и комплексными геохимическими ореолами.

Общая последовательность работ по локальному прогнозу и поискам скрытого оруденения в известных рудных полях при соблюдении принципов последовательного приближения и соответствия заключается в решении следующих задач: 1) поиски скрытого месторождения (в известных рудных полях); 2) поиски скрытых рудных зон и рудных тел.

Поиски скрытого жильного свинцово-цинкового месторождения предваряются обобщением и анализом имеющихся геологических, геофизических и геохимических работ материалов 1: 50 000 – 1: 25 000.

При этом решаются следующие задачи:

1. Выделение крупных субмеридиональных и меридиональных зон разломов глубокого заложения, пересекающих тектонические блоки, в составе которых преобладают породы, наиболее благоприятные для локализации руд (граниты, кристаллические сланцы).

2. Выделение в их пределах разрывных нарушений субмеридионального и диагонального простирания

3. Выявление минералого-геохимических признаков скрытого оруденения

Первая задача решается с помощью обработки и интерпретации гравиметрических материалов масштабов 1: 50 000 – 1 : 25 000, дешифрирования космо- и аэрофотоснимков, анализа геологических карт масштабов 1: 50 000 – 1 : 25 000. Площади, благоприятные для локализации оруденения выделяются с учетом приведенной модели. На космо- и аэрофотоснимках указанные зоны фиксируются относительно широкими линейными элементами. В гравиметрических полях данные структуры выделяются линейно-вытянутыми зонами градиентов силы тяжести и градиентными ступенями. На геологических картах подобные структуры подчеркиваются сгущением сети разрывных нарушений, реже – роями даек.

Задача выделения субмеридиональных и диагональных разломов решается сходным образом. На аэрофотоснимках подобные разломы подчеркиваются элементами рельефа. На гравиметрических картах подобные разрывные нарушения подчеркиваются градиентными ступенями малых порядков.

Задача выявления минералого-геохимических признаков скрытого оруденения решается с помощью анализа имеющихся геохимических данных (масштаб 1: 25 000 – 1 : 50 000) с расчетом коэффициентов зональности. Вместе с этим учитываются имеющиеся данные по картированию гидротермально-метасоматических изменений, при недостатке данных проводится дополнительное картирование метасоматических изменений пород в пределах известных геохимических аномалий.

В результате предварительного анализа и обобщения материалов масштабов 1: 50 000 – 1: 25 000 выделяются перспективные участки (потенциальные месторождения). Далее проводятся поиски скрытых месторождений (стадия поисковых работ масштаба 1: 10 000). Выявляемые на этой стадии прогнозные ресурсы оцениваются по категории P_2 и P_1 .

В ходе предпроектного прогноза устанавливается глубина залегания пород, благоприятных для рудоотложения (граниты, кристаллические сланцы и амфиболиты), мощность перекрывающих вулканитов и терригенных пород, наличие жерловой фации вулканитов или даек кислого и основного состава, состав и распространение метасоматических образований в перекрывающих толщах. Уточняется характеристика (тип, простирание, падение) предположительно рудолокализирующих и рудоконтролирующих тектонических структур.

В период наземных поисков имеющиеся геологические основы масштаба 1:10 000 дополняются в соответствии с поисковыми критериями, выявленными автором. С целью уточнения критериев и признаков скрытого оруденения проводится целевое геокартинг. Составляются карты-накладки зон повышенной трещиноватости. При этом опробуются кварцевые жилы и зоны окварцевания, выходящие на поверхность.

На перспективном участке проводится шлихометаллометрическая съемка (как наиболее помехоустойчивая при повышенной песчаности почвы), по ее результатам оконтуриваются геохимические аномалии рудогенных элементов и элементов выноса. При выявлении жил или минерализованных зон устанавливается их рудно-формационная принадлежность и уровень эрозийного среза. Установленные признаки скрытого оруденения выносятся на карту 1: 10 000, выделяются наиболее перспективные участки, составляются геологические и геохимические разрезы, разрезы с данными по прожилково-вкрапленной минерализации и определяют целесообразность проведения дальнейших работ.

Поиски рудных зон и рудных тел осуществляются на стадии поисково-оценочных работ в масштабе 1: 10 000 – 1: 2000. В ходе предпроектных исследований с помощью анализа имеющихся карт и разрезов уточняют мощность перекрывающих терригенных и вулканогенных отложений; положение и параметры зон разломов, благоприятных для локализации оруденения; анализируют ореолы метасоматических образований, проявленные на поверхности, анализируют комплексные литогеохимические и шлихогеохимические ореолы, рассчитывают коэффициенты геохимической зональности и, в результате, выявляют наиболее перспективные участки.

В ходе наземных геофизических работ проводят электропрофилирование методом СГ-ВП (сетью 20 x 200 м), позволяющее установить скрытые рудные тела на глубине свыше 250 м, и методом ЧЭЗ (сетью 20 x 200 м), позволяющим установить скрытые рудолокализирующие структуры (на глубине до 250 м). Последнее было установлено работами геофизической экспедиции ЦНИГРИ в 2000 г. Производится также опробование пострудных кварцевых жил и зон разломов. По полученным результатам строят карты (1:10 000) графиков ρ_k , содержания индикаторных элементов в зонах разломов, рассчитывают ранжированные ряды данных элементов в пределах выявленных аномалий, оконтуривают ореолы метасоматических изменений, отмечают точки повышенных содержаний рудных и индикаторных элементов в пострудных кварцевых жилах. По полученным картам оконтуривают предполагаемые скрытые рудные зоны и рудные тела, составляют проектные разрезы. Участки предполагаемых скрытых рудных зон предпочтительно оконтуривать по «балльной» системе (т.е. суммируя все выявленные геологические, геохимические и геофизические данные по этим участкам и выделяя наиболее перспективные, по К.В. Давыдову с соавт., 1980г).

Выявленные предполагаемые скрытые рудные зоны и рудные тела должны заверяться буровыми работами. При этом в процессе буровых работ, на основе минералого-геохимических признаков должна производиться оперативная корректировка бурения. При поисках и оценке скрытых рудных зон и тел на флангах известных месторождений целесообразно провести подземные буровые работы с целью заверки

аномалий на глубине. Кроме того, учитывая значительные изменения физических параметров рудных тел (за счет увеличения мощности), количества сульфидов в рудах и т.д., для поиска скрытых рудных тел на флангах известных месторождений может быть рекомендован такой геофизический метод, как радиоволновое просвечивание межвыработочного пространства.

При благоприятном исходе работы на данной стадии завершаются обнаружением рудных зон или отдельных рудных тел, после чего составляются разрезы масштаба 1: 2000 и в объеме рудных тел подсчитываются прогнозные ресурсы по категории R_1 .

Автором рекомендуется применить вышеописанный прогнозно-поисковый комплекс на северном и юго-восточном флангах рудопроявления Гаудор (ввиду благоприятных геохимических данных), а также на северном (до эскарпа Скалистого хребта) и на южном (в Штулу-Харесской депрессии) структурных продолжениях рудной зоны Бозанг (принимая во внимание перспективные геохимические и геофизические аномалии).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В пределах Садонского рудного района наиболее богатые месторождения (в том числе скрытые) локализованы в пределах меридиональных и диагональных зон разломов глубокого заложения, отчетливо проявленных: градиентными ступенями в гравиметрическом поле, сгущенной сетью разрывных нарушений северо-восточного и северо-западного простираний или крупными разломами северо-восточного простирания (такие, как Згидский и Садонский), наличием даек и некков кислого и среднего состава. Соответственно, наиболее вероятно наличие скрытого свинцово-цинкового оруденения в пределах аналогичных структур и или поблизости от них, как в Садоно-Унальском горсте, так и на продолжении этих структур в Штулу-Харесской депрессии.

2. Изучение первичных (в горных выработках) и вторичных (шлихометаллометрических) ореолов в удаленно-надрудной и непосредственно надрудной областях рудной зоны Бозанг позволило разработать следующие прогнозно-поисковые критерии: наличие на поверхности следующего ряда элементов, характеризующего надрудную часть ореольного пространства: As (3,3) — Pb (3,5) — Ag (3) — В (2,7) — W (2,6) — Mo (1,3) — Zn (1,2) — V, Sn (1,1) — Cu, Au, Ga (0,9) — Ti (0,8) — Nb, Cr, Mn(0,6) — Co, Bi, Y, P, Ba (0,4) — Ni (0,3); Присутствие в удаленно-надрудной области контрастных ореолов элементов-спутников: Hg, В, Ba, V, P, Co, Ni, Mo мощностью до 150-300 м; наличие значений мультипликативных показателей Pb·Zn·Cu или Pb·Zn·Cu·Ag·Bi превышающих величины 10 и 100 единиц соответственно, позволяющие оконтуривать площади, перспективные на выявление скрытого оруденения.

3. Предлагается оптимальный прогнозно-поисковый комплекс вышеописанных геологических, геохимических и геофизических методов для

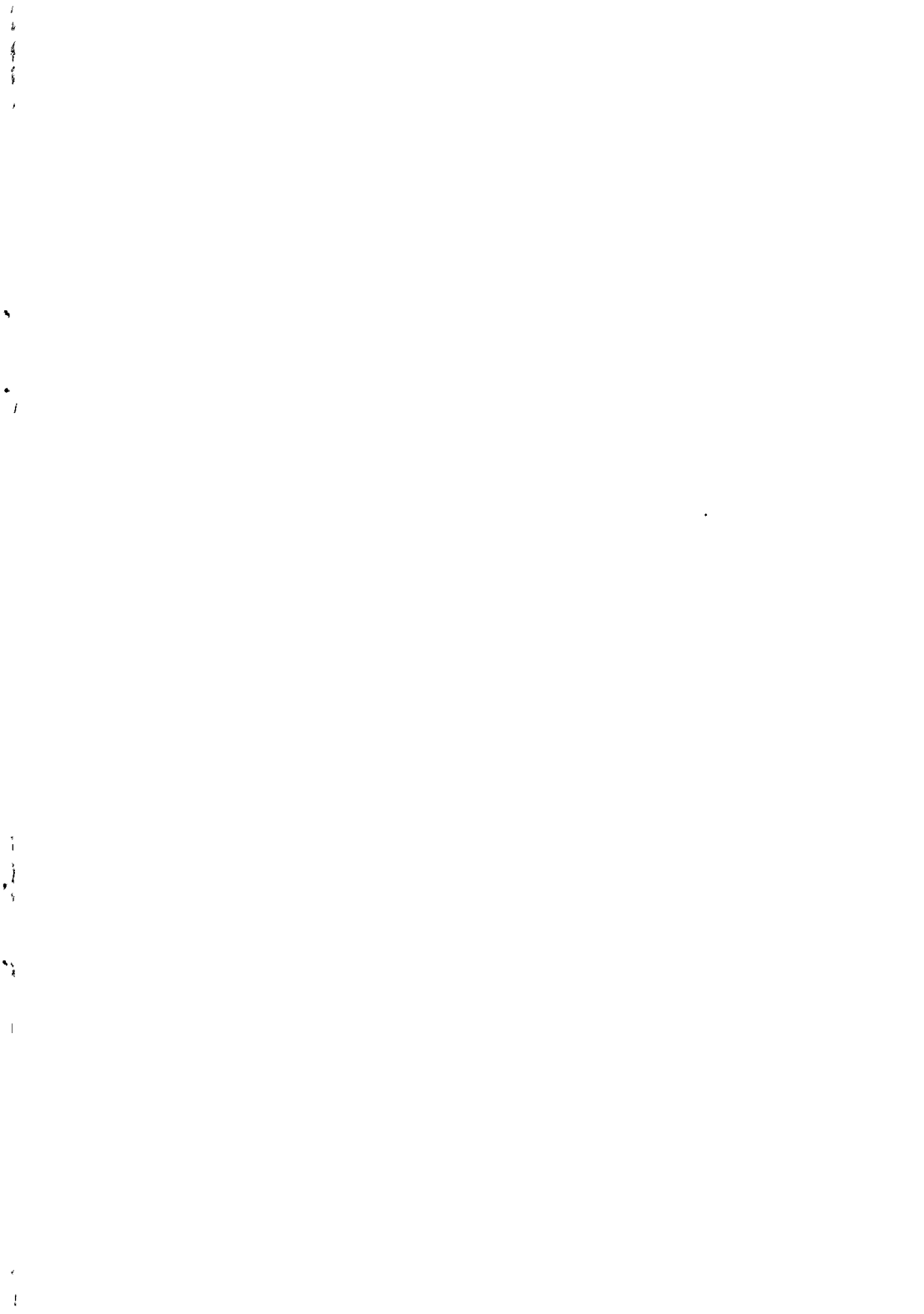
выявления скрытого свинцово-цинкового месторождения в пределах Садонского рудного района. В качестве наиболее эффективных геофизических методов поисков и заверки скрытого свинцово-цинкового оруденения предлагаются методы ВП и ЧЭЗ. Выявляемые методом СГ-ВП свинцово-цинковые рудные тела характеризуются протяженными линейными зонами пониженного сопротивления (менее 200 Ом). Имеющиеся и полученные автором данные позволяют рекомендовать применение указанного прогнозно-поискового комплекса на перспективном участке рудопроявления Гаудор и предполагаемых северном и южном структурных продолжениях рудной зоны Бозанг.

Список публикаций по теме диссертации

1. Использование гравиметрических данных при изучении глубинного строения и прогнозе свинцово-цинковых месторождений Садонского рудного района (Северная Осетия). В сб. «Минерально-сырьевая база и геоэкология. Материалы 1-ой научной конференции молодых ученых и специалистов ВИМС, ИМГРЭ, ЦНИГРИ. Январь 2002 г» М., ИМГРЭ, 2002. Соавторы: Галямов А.Л.
2. Скрытые свинцово-цинковые месторождения Садонского рудного района: открытия и перспективы. Отечественная геология. 2003. № 1. с. 31 – 36. Соавторы: Константинов М.М., Битаров В.Т., Варгунина Н.П., Гордеев С.Г., Давыдов К.В., Кулаев И.Г., Лайпанов Х.Х., Орлов Б.Ю.
3. Скрытая свинцово-цинковая минерализация в пределах участка Гаудор Садонского рудного района. Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 2004. №1. с.72-75. Соавторы: Варгунина Н.П., Гордеев С.Г., Орлов Б.Ю.
4. Скрытое свинцово-цинковое месторождение Бозанг в Северной Осетии. Руды и металлы. 2004. №4. с. 24-36. Соавторы: Константинов М.М., Лайпанов Х.Х., Варгунина Н.П., Орлов Б.Ю.
5. Модель надрудного ореола скрытой свинцово-цинковой минерализации Садонского района. Руды и металлы. 2005. №2. с.37-42. Соавторы: Варгунина Н.П., Орлов Б.Ю.

Подписано в печать 17.01.2006 г. Заказ № 17
Формат 60/90 1/16. Печать офсетная. Тираж 90 экз.

Полиграфическая база ФГУП ЦНИГРИ
113545, Москва, Варшавское шоссе, 129, корп. 1



2006A
1335

P-1335