

В.А. ДАНИЛЬЧЕНКО, Н.П. ВАРГУНИНА, С.Г. ГОРДЕЕВ, Б.Ю. ОРЛОВ

## СКРЫТАЯ СВИНЦОВО-ЦИНКОВАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ В ПРЕДЕЛАХ УЧАСТКА ГАУДОР САДОНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА

Описано одно из перспективных рудопроявлений Садонского рудного района — Гаудор. Приведены особенности его геологического строения и геохимических характеристик, новые геофизические и геохимические данные, позволяющие предположить скрытое полиметаллическое оруднение.

Проблема поисков скрытого полиметаллического оруднения в Садонском рудном районе впервые была затронута в 1958 г. Г.Д. Ажгиреем [1] и продолжает оставаться актуальной. В настоящее время при проведении поисков подобного оруднения в данном регионе особое внимание уделяется выделенным ранее по комплексу геологических, геофизических и геохимических факторов перспективным площадям. Одной из таких площадей является участок рудопроявления Гаудор (рис. 1), расположенный в 5 км западнее месторождения Згид, и выделенный в качестве перспективного по ряду геологических [7, 8] и геохимических факторов [2, 5, 12, 15]. Авторы приводят новые геохимические, геофизические и геологические данные, позволяющие с большей долей вероятности предположить наличие скрытого полиметаллического оруднения в пределах участка Гаудор.

### Геологическое строение и тектоническая позиция участка Гаудор

Обобщая результаты работ предыдущих исследователей [2, 3, 12] и авторские наблюдения о геологическом строении участка можно заключить следующее. Гаудорский участок расположен в пределах Гаудорского поднятия, представляемого некоторыми исследователями [9] тектонической пластиной, надвинутой с юга на среднеюрские терригенные отложения и осложняющей западный склон Садоно-Унальского горста. Гаудорское поднятие ограничено с севера Северным Гаудорским взбросом, с юга Южным Гаудорским сбросом, с запада сочленением вышеуказанных разломов, с востока Байрагомским надвигом. Поднятие имеет субширотное простирание и прослежено в пределах участка на 2,5 км при ширине до 1,5 км (рис. 2).

В геологическом строении территории выделяются два структурных этажа. Верхний структурный

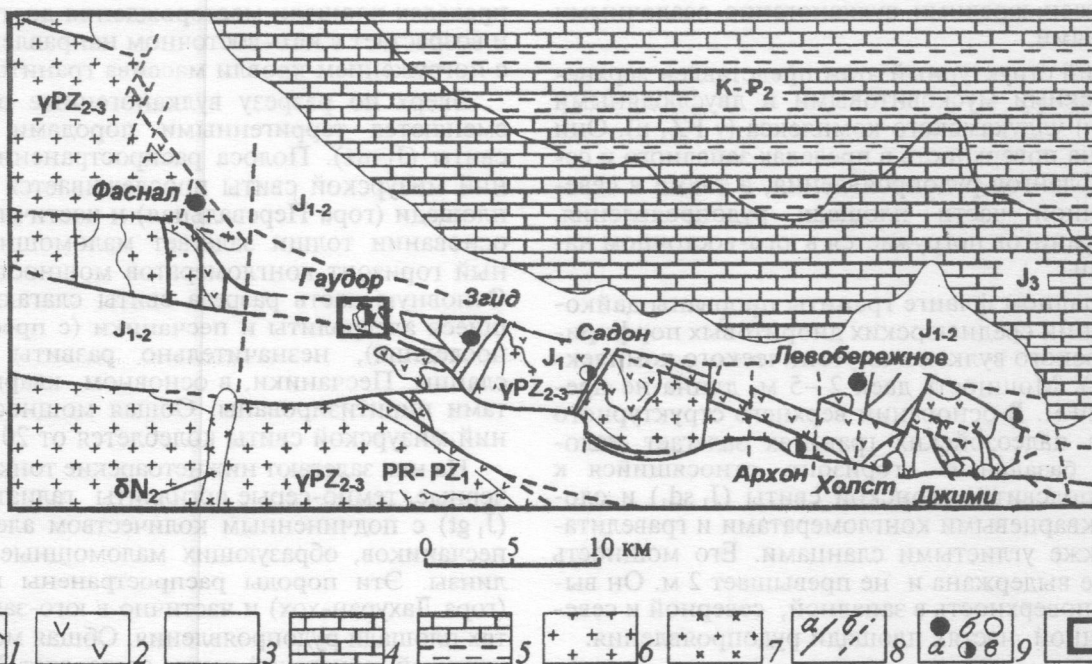
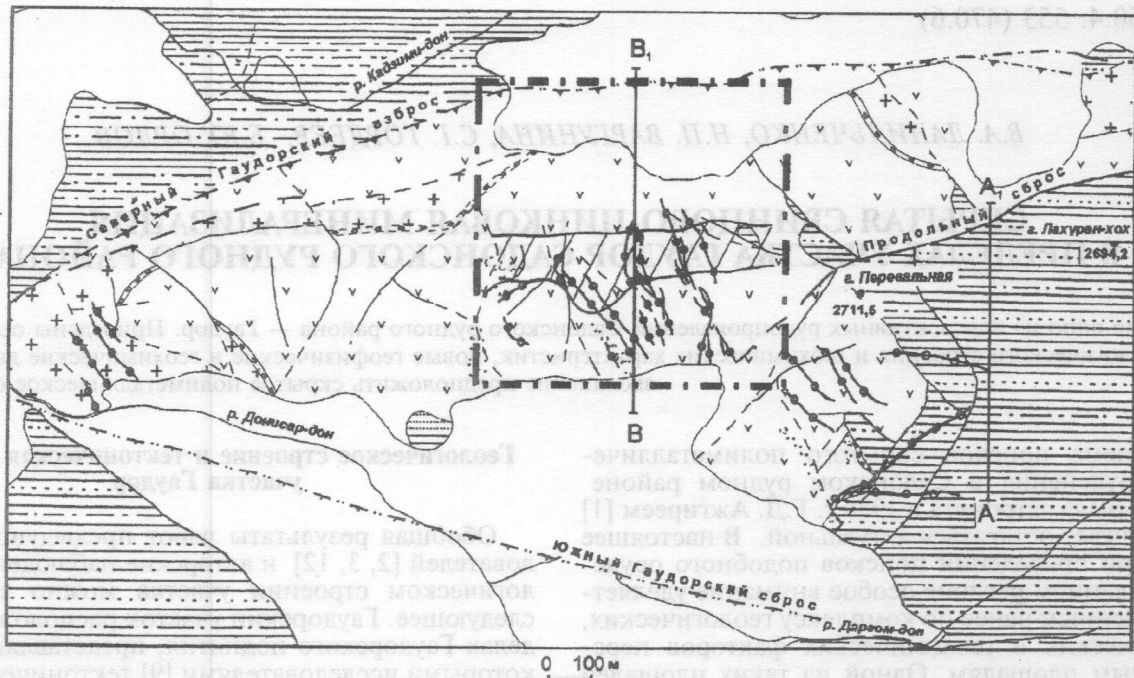


Рис. 1. Позиция участка рудопроявления Гаудор в Садонском рудном районе (по [9] с дополнениями): 1 — кристаллические сланцы, гнейсы и амфиболиты докембрия—нижнего протерозоя; 2 — покровные альбитофиры нижней юры; 3 — глинисто-алевролитовая толща нижней—средней юры; 4 — известняки верхней юры; 5 — известняки, доломиты, песчаники, глины мела—палеоцена; 6 — граниты среднего—верхнего палеозоя; 7 — диориты плиоцена; 8 — разрывные нарушения: а — достоверные; б — предполагаемые; 9 — свинцово-цинковые месторождения и проявления: а — выходящие на поверхность; б — частично скрытые; в — полностью скрытые; 10 — участок рудопроявления Гаудор



**Рис. 2. Геологическая карта рудопроявления Гаудор** (по данным [2, 11, 14]): 1 — верхнепалеозойские мусковитовые и двуслюдяные граниты уллукамского интрузивного комплекса ( $\gamma$  PZ<sub>3</sub> u); 2 — садонская свита, нижняя подсвита ( $J_1$  sd<sub>1</sub>), конгломераты; 3 — садонская свита, верхняя подсвита ( $J_1$  sd<sub>2</sub>), а — лавы андезит-дацитового состава, б — туфобрекчии; 4 — мизурская свита ( $J_1$  mz), толща переслаивания алевролитов и песчаников с прослоями аргиллитов; 5 — галиятская свита ( $J_1$  gt), аргиллиты с линзами и прослоями алевролитов и песчаников; 6 — ксуртская свита ( $J_1$  kst), толща переслаивания аргиллитов и алевролитов; 7 — четвертичные отложения (Q); 8 — геологические границы (а — достоверные, б — предполагаемые); 9 — границы фациальных образований; 10 — разрывные нарушения: а — достоверные, б — предполагаемые, в — скрытые под вышележащими отложениями; 11: а — крупные сбросы, б — крупные взбросы; 12 — зоны минерализации: а — с полиметаллическим оруденением, б — без полиметаллического оруденения; 13 — контур выявленной зоны пониженного сопротивления; 14 — площадь проведенных геохимических и геофизических работ

этаж сложен юрскими вулканогенно-осадочными отложениями.

Нижний структурный этаж представлен верхнепалеозойскими мусковитовыми и двуслюдяными гранитами уллукамского комплекса ( $\gamma$  PZ<sub>3</sub> u). Они выходят на поверхность в пределах западного и северного флангов рудопроявления, а также в северо-восточной части площади рудопроявления. Кровля гранитов погружается в юго-восточном направлении.

На западном фланге граниты прорваны дайковыми телами среднеюрских диоритовых порфириров дигорского вулканоплутонического комплекса ( $\delta$ л J<sub>2</sub>d). Мощность даек 2—5 м, длина не превышает 20 м. В основании верхнего структурного этажа на палеозойских гранитах залегает маломощный базальный горизонт, относящийся к нижней подсвите садонской свиты ( $J_1$  sd<sub>1</sub>) и сложенный кварцевыми конгломератами и гравелитами, а также углистыми сланцами. Его мощность крайне не выдержана и не превышает 2 м. Он выходит на поверхность в западной, северной и северо-восточной частях площади рудопроявления.

Выше залегают вулканогенные отложения верхней подсвиты садонской свиты ( $J_1$  sd<sub>2</sub>), занимающие большую часть площади рудопроявления. Вулканогенные отложения представлены лавами и туфобрекчиями андезит-дацитового и дацитового составов. Мощность отложений садонской свиты в

пределах площади месторождения достигает 300 м и возрастает в юго-восточном направлении в связи с погружением кровли массива гранитоидов.

Вверх по разрезу вулканогенные образования сменяются терригенными породами мизурской свиты ( $J_1$  mz). Полоса распространения отложений мизурской свиты прослеживается на востоке площади (гора Перевальная) и частично на юге. В основании толщ залегает маломощный базальный горизонт конгломератов мощностью 2—3 м. Основную часть разреза свиты составляют чередующиеся алевролиты и песчаники (с преобладанием последних), незначительно развиты глинистые сланцы. Песчаники, в основном кварцевые, местами пиритизированы. Общая мощность отложений мизурской свиты колеблется от 20 до 100 м.

На них залегают нижнетюрские тонкоплитчатые черные, темно-серые аргиллиты галиятской свиты ( $J_1$  gt) с подчиненным количеством алевролитов и песчаников, образующих маломощные прослои и линзы. Эти породы распространены в восточной (гора Лахуран-хох) и частично в юго-западной частях площади рудопроявления. Общая мощность отложений галиятской свиты составляет 350—400 м.

Венчают разрез среднетюрские серые аргиллиты и алевролиты ксуртской свиты ( $J_1$  kst), широко распространенные на северной части площади (р. Кадзимидон). В аргиллитах встречаются желвакообразные конкреции пирита со скорлуповатой

отдельностью. Мощность отложений ксуртской свиты колеблется в пределах 370–450 м.

Участок рудопроявления характеризуется довольно сложным тектоническим строением. В структурно-тектоническом плане в пределах Гаудорского поднятия выделяется крупная антиклинальная складка, ось которой вытянута в субширотном направлении и погружается к востоку. Складка осложнена многочисленными дизъюнктивными разрывными нарушениями меридионального и субмеридионального простирания, осложняющими пликативную структуру. Некоторые авторы предполагают, что минерализованные зоны размещаются в зоне субмеридионального грабена, пересекающего антиклиналь с севера на юг [14].

Северный Гаудорский взброс имеет южное падение под углом  $70^\circ$ , по данным В.Д. Боговина, смещение по нему достигает 700 м. Южный Гаудорский сброс, считающийся частью регионального Садоно-Унальского разлома, также имеет южное падение под углом  $65^\circ$ . Данные субширотные разломы — рудоподводящие [3]. Между этими разломами широко развиты субмеридиональные и диагональные сбросы, зоны смятия и трещиноватости. Преобладающее простирание нарушений близко к субмеридиональному.

Одной из ключевых тектонических структур также является Продольный сброс, пересекающий восточный фланг рудопроявления с северо-востока на юго-запад. Он характеризуется пологими углами наклона сместителя ( $35-45^\circ$ ). Учитывая его столь пологий угол наклона сместителя, ряд исследователей ([9] и др.) интерпретируют его как часть так называемого Байрагомского надвига. Поэтому можно предположить скорее тектонический, нежели стратиграфический характер контакта терригенных и вулканогенных пород (рис. 3).

Сбросы субмеридионального простирания с падением на запад под углами  $50-80^\circ$  имеют амплитуду смещения 30–50 м и обуславливают ступенчатое строение поднятия с понижением на запад. Согласно А.А. Боеву [4], сбросы являются рудораспределяющими и отчасти рудовмещающими. Субмеридиональные нарушения, падающие к востоку под углами  $45-70^\circ$ , отличаются малыми амплитудами смещения (несколько метров) и являются рудовмещающими.

На участке Гаудор известны кварцево-жильные зоны с сульфидной минерализацией, минерализованные зоны дробления, изредка отмечаются не протяженные кварцевые жилы. Главные рудные минералы — галенит, сфалерит, пирит, халькопирит и пирротин. Оруденение прожилково-вкрапленного типа, в виде линз и гнезд.

Участок Гаудор по геолого-структурным характеристикам разделяется на три части: 1) западный фланг — участок выхода палеозойских гранитов; 2) центральная часть, сложенная нижнеюрскими вулканитами; 3) восточный фланг — участок развития нижнеюрских терригенных пород с подчиненным количеством вулканитов, ограниченный с запада и северо-запада Продольным сбросом.

На западном фланге рудопроявления кварцевые жилы мощностью до 0,4 м локализуются в гранитах. Вмещающие породы интенсивно окварцованы. Минерализация в данных жилах крайне нерав-

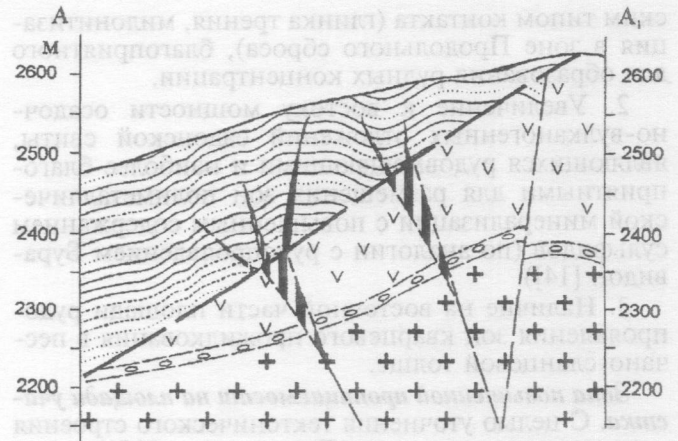


Рис. 3. Геологический разрез по линии А–А<sub>1</sub>; минерализованные зоны: 1 — установленные; 2 — предполагаемые; др. услов. обознач. см. рис. 2

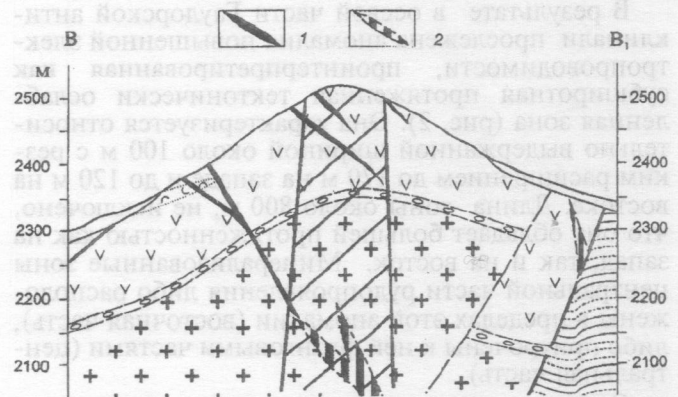


Рис. 4. Геологический разрез по линии В–В<sub>1</sub> (через профиль IV): минерализованные зоны: 1 — установленные; 2 — предполагаемые; др. услов. обознач. см. рис. 2

номерна и представлена редкими гнездами, прожилками и вкрапленниками пирита и галенита.

В вулканитах центральной части рудопроявления полиметаллическая минерализация локализована преимущественно в ветвящихся, часто кулисообразных зонах дробления, мощность которых достигает 2,5 м. Минерализация распределена неравномерно и представлена гнездами и прожилками галенита, сфалерита, реже пирротина, а также тонкими прожилками и вкрапленностью пирита и халькопирита.

На восточном фланге рудопроявления протяженные зоны кварцево-жильной минерализации приурочены к нижнеюрским вулканогенным и осадочным отложениям, характеризуются довольно сложным строением и весьма незначительным содержанием сульфидов.

Промышленного значения минерализованные зоны рудопроявления Гаудор не имеют.

**Геологические предпосылки обнаружения скрытого оруденения.** Анализ геолого-структурной позиции рудопроявления Гаудор (рис. 2) позволяет отметить на восточном участке площади следующие факторы, благоприятные для скрытого оруденения:

1. Наличие песчано-сланцевого «экрана» мизурской и галиатской свит (рис. 2, 3) с тектониче-

ским типом контакта (глинка трения, милонитизация в зоне Продольного сброса), благоприятного для образования рудных концентраций.

2. Увеличение к востоку мощности осадочно-вулканогенных отложений садонской свиты, являющихся рудовмещающими и наиболее благоприятными для размещения зон полиметаллической минерализации с повышенным содержанием сульфидов (по аналогии с рудопроявлением Буравидон [14]).

3. Наличие на восточной части площади рудопроявления зон кварцевого прожилкования в песчано-сланцевой толще.

**Зона повышенной проницаемости на площади участка.** С целью уточнения тектонического строения площади рудопроявления Гаудор летом 2001 г. проводилось частотно-электрическое зондирование (ЧЭЗ) на площади 0,5 км<sup>2</sup> по сети 50×100 м с использованием заземленного кабеля длиной 950 м.

В результате в осевой части Гаудорской антиклинали прослежена аномалия повышенной электропроводности, проинтерпретированная как субширотная протяженная тектонически ослабленная зона (рис. 2). Она характеризуется относительно выдержанной шириной около 100 м с резким расширением до 170 м на западе и до 120 м на востоке. Длина зоны около 800 м, не исключено, что она обладает большей протяженностью как на запад, так и на восток. Минерализованные зоны центральной части рудопроявления либо расположены в пределах этой аномалии (восточная часть), либо приурочены к ней фланговыми частями (центральная часть).

Отмечено, что все минерализованные зоны практически под прямым углом пересекают данную аномалию и как бы «нанизаны» на нее. О глубинном характере выявленной аномалии говорит тот факт, что на поверхности она практически ничем не выражена и прослеживается на глубину более 400 м от поверхности (ниже штольневых горизонтов, 250 м от поверхности, рис. 4). Кроме того, эта зона вписывается в выделенную Н.Н. Трофимовым субмеридиональную грабенообразную структуру [12].

Отчетливость проявления Гаудорской аномалии и устойчивость прослеживания на глубину около 400 м свидетельствуют о глубинном характере аномалии. Как благоприятный признак следует рассматривать расположение протяженных минерализованных зон с полиметаллической минерализацией вблизи аномалии или в ее пределах.

#### Анализ геохимических данных

На площади рудопроявления Гаудор в период с 1961 г. по настоящее время выполнен значительный объем геохимических работ. Н.Я. Головин [5] в восточной части площади рудопроявления, на участке распространения безрудных кварцево-жильных зон, выделил две субпараллельные геохимические аномалии, вытянутые в субмеридиональном направлении и имеющие комплексный состав (Pb, Zn, Cu, Ag и др.). Преобладание в составе аномалий элементов верхнерудного уровня (Pb, Ag)

позволило считать их индикаторами скрытого полиметаллического оруденения.

Более поздние геохимические исследования [15] подтвердили положительную перспективу восточной части участка Гаудор на обнаружение скрытого полиметаллического оруденения. На этом же участке установлена единая изометричная геохимическая аномалия [15], занимающая практически всю площадь аномального участка и по составу отнесенная к надрудно-верхнерудному уровню (рис. 5).

В последующем [12] восточнее этих аномалий

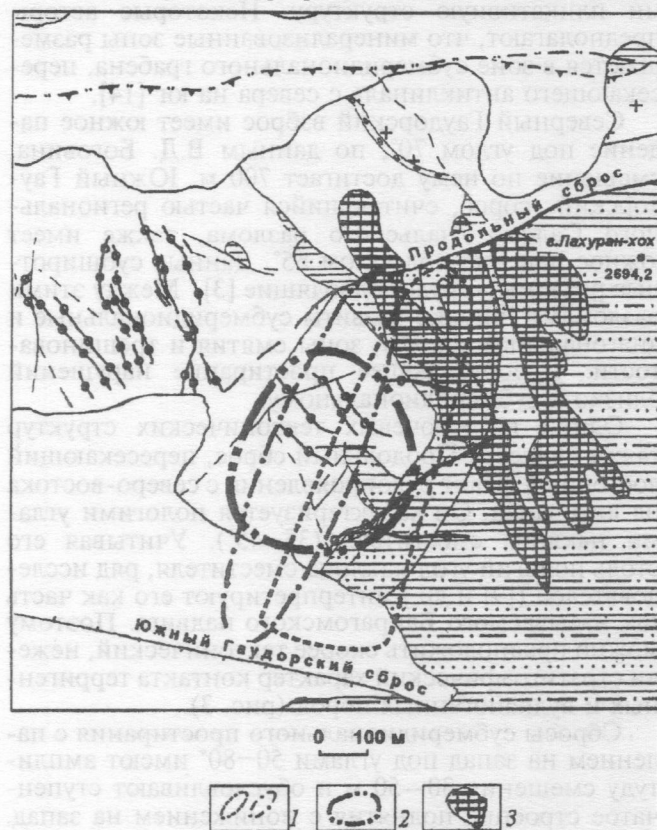


Рис. 5. Достоверно установленные геохимические аномалии в восточной части площади участка Гаудор: 1 — аномалии Pb-Zn-Cu-Ag, (по [5]); 2 — аномалия Pb-Zn-Ag-As (по [17]); 3 — аномалии 1 (по [14]); контуры аномалий показаны условно; др. услов. обознач. см. рис. 2

установлена комплексная аномалия (Pb, Zn, Cu, Ag, Bi, I) на гребне и склонах горы Перевальная, оцененная в качестве надрудной. Н.Н. Трофимов и А.И. Рычков [12] также предполагают, что оруденение рудопроявления Гаудор не исчерпывается вскрытыми на поверхности и непротяженными по падению рудными зонами, а имеет кулисообразное строение со склонением в восточном направлении (рис. 5).

Геохимические работы, проведенные сотрудниками ЦНИГРИ в 2001 г. на центральном участке рудопроявления, дают дополнительную информацию по прогнозной оценке рудопроявления на скрытое оруденение. По результатам геохимической съемки установлено, что рудные зоны центрального участка сопровождаются первичными ореолами 19 элементов: Pb, Zn, Cu, Ag, Bi, As, Au, В, Мо, Со, Ni, Cr, Р и т.д.

Для главных рудогенных элементов (Pb, Zn, Ag, Bi, As) типично наличие значительных флюктуаций содержаний элементов с проявлением локальных высококонтрастных ореолов вокруг единичных рудных жил на фоне слабоконтрастных ореолов, окаймляющих группы жил (рис. 6).

Mo, Ni, Co, нетипоморфные элементы, характерны для нижнерудных уровней полиметаллического оруденения [11] и образуют в пределах рудных зон ореолы выщелачивания, в которых концентрация данных элементов во много раз ниже фоновых (рис. 7). Надрудным уровням свойственны более низкие содержания Mo, Ni, Co, чем в по-

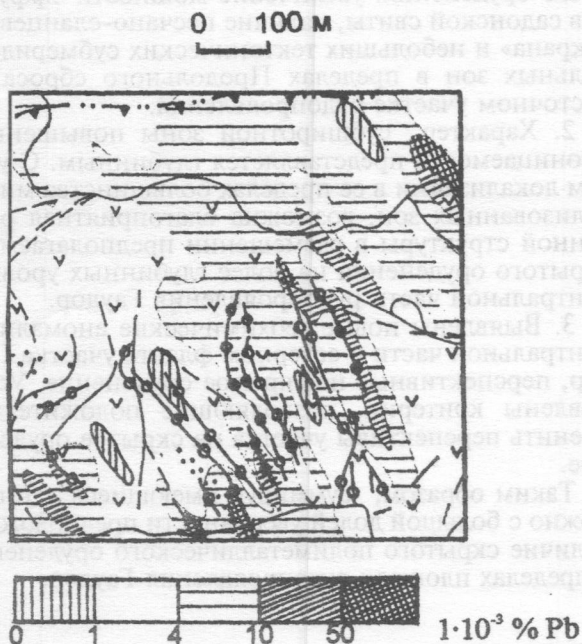


Рис. 6. Центральный участок рудопроявления Гаудор, геохимические ореолы Pb:  $< 1 \cdot 10^{-3}$  — выщелачивания;  $> 4 \cdot 10^{-3}$  — привноса

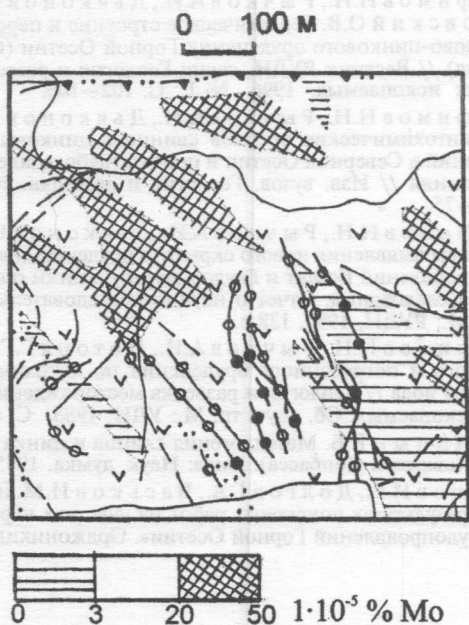


Рис. 7. Геохимические ореолы Mo:  $< 3 \cdot 10^{-5}$  — выщелачивания;  $> 20 \cdot 10^{-5}$  — привноса

рудных уровнях, и наблюдается ассоциация этих элементов с надрудными [13].

Учитывая вертикальную зональность ореолов кварц-полиметаллического оруденения Садонского района, для оценки уровня эрозионного среза рудных зон был использован коэффициент зональности  $Ag \cdot Pb \cdot V / Co \cdot Ni \cdot Mo$ . В качестве мультипликативных показателей, позволяющих оконтурить рудные участки, использованы произведения со-

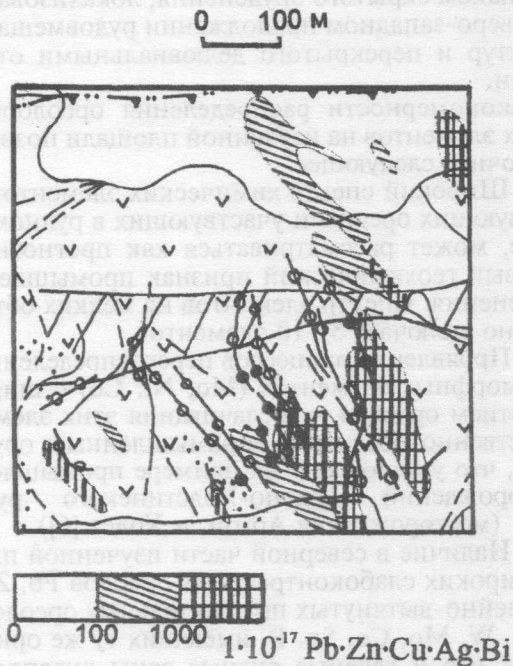


Рис. 8. Комплексные ореолы Pb·Zn·Cu·Ag·Bi, усл. обознач. см. рис. 2

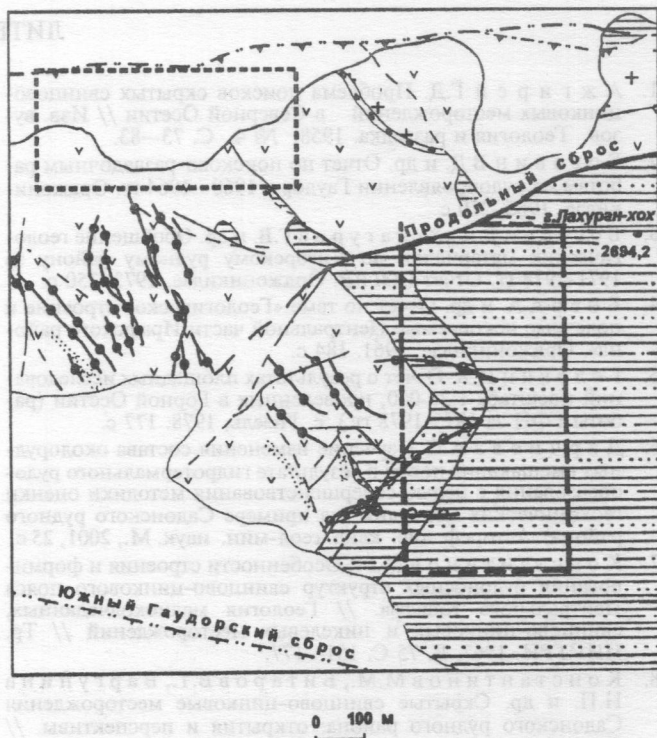


Рис. 9. Выделенные по геохимическим и геолого-структурным данным участки, перспективные на выявление скрытого оруденения; усл. обознач. см. рис. 2

держаний главных рудогенных элементов (Pb·Zn·Cu или Pb·Zn·Cu·Ag·Bi).

Широкие слабоконтрастные ореолы Pb, Zn, Cu и более узкие линейно вытянутые положительные As, В, Bi, Mo, Sn, P, W и ореолы выноса Ni, Co выявлены в северной и северо-западной частях центрального участка площади рудопроявления, на продолжении известных рудовмещающих структур. По-видимому, эти ореолы являются признаком скрытого оруденения, локализованного на северо-западном продолжении рудовмещающих структур и перекрытого делювиальными отложениями.

Закономерности распределения ореолообразующих элементов на изученной площади позволяют заключить следующее:

1. Широкий спектр химических элементов (19), образующих ореолы и участвующих в рудном процессе, может рассматриваться как прогнозно-поисковый геохимический признак промышленного оруденения. Спектр элементов на мелких объектах обычно включает 5—10 элементов.

2. Проявление процессов перераспределения не-типomorphic элементов (Mo, Ni, Co) с широким развитием ореолов выщелачивания этих элементов свойственно объектам с промышленным оруденением, что установлено на примере промышленных месторождений Архоно-Холстинского рудного поля (месторождения Архон и Холст [6]).

3. Наличие в северной части изученной площади широких слабоконтрастных ореолов Pb, Zn, Ag и линейно-вытянутых положительных ореолов Bi, As, В, W, Mo, Co, Sn, P, имеющих ту же ориентировку, что и главные рудные зоны рудопроявления, позволяет оценивать эти ореолы в качестве

индикаторов скрытого оруденения, приуроченного к продолжению известных рудовмещающих структур. По значениям мультипликативных показателей  $Pb \cdot Zn \cdot Cu > 500 \cdot 10^{-9}\%$  и  $Pb \cdot Zn \cdot Cu \cdot Ag \cdot B > 100 \cdot 10^{-17}\%$  (рис. 8.) оконтурена перспективная площадь в северной части участка Гаудор (рис. 9) за пределами известных рудных зон.

### Выводы

1. Установлена благоприятная структурная позиция для локализации скрытого полиметаллического оруденения: увеличение мощности эффузивов садонской свиты, наличие песчано-сланцевого «экрана» и небольших тектонических субмеридиональных зон в пределах Продольного сброса на восточном участке рудопроявления.

2. Характер субширотной зоны повышенной проницаемости представляется глубинным. С учетом локализации в ее пределах большинства минерализованных зон, возможна благоприятная роль данной структуры в размещении предполагаемого скрытого оруденения на более глубинных уровнях центральной части рудопроявления Гаудор.

3. Выявлены новые геохимические аномалии в центральной части и северном фланге участка Гаудор, перспективные на скрытое оруденение. Установлены критерии, позволяющие положительно оценить перспективы участка на скрытое оруденение.

Таким образом, суммируя имеющиеся данные, можно с большой долей уверенности предположить наличие скрытого полиметаллического оруденения в пределах площади рудопроявления Гаудор.

### ЛИТЕРАТУРА

1. А ж г и р е й Г.Д. Проблема поисков скрытых свинцово-цинковых месторождений в Северной Осетии // Изв. вузов. Геология и разведка. 1958. № 4. С. 73—83.
2. Б о г о в и н В.Д. и др. Отчет по поисково-разведочным работам на рудопроявлении Гаудор в 1960—1964 гг. Орджоникидзе, 1965. 210 с.
3. Б о г о в и н В.Д., Х е т а г у р о в Г.В. и др. Обобщение геологических материалов по Дигорскому рудному району за 1971-1972 гг. Отчет СОГРЭ. Орджоникидзе, 1973. 250 с.
4. Б о е в А.А. и др. Отчет по теме «Геологическое строение и полезные ископаемые Центральной части Ирафского района». Орджоникидзе, 1961. 184 с.
5. Г о л о в и н Н.Я. Отчет о результатах площадных исследований масштаба 1:25 000, проведенных в Горной Осетии (работы ГФП за 1975-1978 гг.). с. Гизель, 1978. 177 с.
6. Д а р ч и е в а А.Е. Изучение изменения состава околорудных вмещающих пород в результате гидротермального рудообразования с целью совершенствования методики оценки геохимических аномалий (на примере Садонского рудного района). Автореф. дис. канд. геол.-мин. наук. М., 2001, 25 с.
7. К о н с т а н т и н о в М.М. Особенности строения и формирования рудоносных структур свинцово-цинкового пояса Центрального Кавказа. // Геология медноколчеданных, свинцово-цинковых и никелевых месторождений // Тр. ЦНИГРИ. 1967. В. 75 С. 151—177.
8. К о н с т а н т и н о в М.М., Б и т а р о в В.Т., В а р г у н и н а Н.П. и др. Скрытые свинцово-цинковые месторождения Садонского рудного района: открытия и перспективы. // Отечественная геол. 2003. № 1. С. 18—24.
9. О л ь х о в с к и й Г.П., Т и б и л о в С.М. Отчет по теме «Составление специализированной геологической основы масштаба 1:50 000 для прогнозно-металлогенической карты Горной Осетии». Владикавказ: Севосгеологоразведка, 1998. 210 с.
10. Т р о ф и м о в Н.Н., Р ы ч к о в А.И., Д ь я к о н о в В.В., М а к а р о в с к и й О.В. Геологическое строение и перспективы свинцово-цинкового оруденения Горной Осетии (Северная Осетия) // Вестник РУДН, серия Геология и разведка полезных ископаемых. 1996. № 1. С. 102—106.
11. Т р о ф и м о в Н.Н., Р ы ч к о в А.И., Д ь я к о н о в В.В. Модель литохимических ореолов свинцово-цинковых месторождений в Северной Осетии и поиски глубокозалегающего оруденения // Изв. вузов. Геология и разведка. 2001. №3. С. 71—75.
12. Т р о ф и м о в Н.Н., Р ы ч к о в А.И., Д ь я к о н о в В.В. Перспективы выявления нового скрытого оруденения в районах рудопроявлений Бозанг и Гаудор по результатам геохимических исследований. Отчет о научно-исследовательской работе. М.: РУДН, 1992. 138 с.
13. Т р о ф и м о в Н.Н., Р ы ч к о в А.И., П о т о н я Г.Г. Поиски скрытого и погребенного оруденения по литохимическим ореолам иода // Геология и разведка месторождений полезных ископаемых. Сб. науч. тр. М.: УДН, 1985. С. 60—70.
14. Ч е р н и ц ы н В.Б. Металлогения свинца и цинка (на примере Кавказа и Донбасса). Киев: Наук. думка. 1985. 272 с.
15. Ю с у п о в Н.Б., Д о л г о в Г.А., В а с ь к о в И.М. и др. «Отчет о результатах поисковых работ на участках перспективных рудопроявлений Горной Осетии». Орджоникидзе, 1979. 235 с.

ЦНИГРИ

Рецензент — И.Ф. Градовский