

С 10 июня 1946 г. на базе ИГН АН СССР начала свою деятельность Среднеазиатская экспедиция (САЭ)*, в последствии переименованная в Экспедицию №1 ИГЕМ АН СССР; ныне — Лаборатория радиогеологии и радиогеоэкологии им. Д.И. Щербакова ИГЕМ РАН, созданная в тот момент специально для изучения урановых месторождений и рудопроявлений в пределах Ферганской долины и ее обрамления. Ее начальником был назначен известный ученый, специалист по ртутным месторождениям А.А. Сауков. Ф.И. Вольфсон руководил группой специалистов, изучавших объекты гидротермального генезиса («жильного типа»). Помимо решения научно-производственных задач в САЭ решались сложные вопросы подготовки кадров геологов-уранщиков для всей отрасли.

Интенсивная работа коллектива ученых была отмечена и поддержана руководством Комбината № 6 — головного предприятия по добыче урановых руд (директор Б.Н. Чирков) и Табошарского рудника (директор З.П. Зарапетян), которое настаивало на круглогодичных исследованиях в этом районе. Поэтому в Табошаре и в Адрасмане по распоряжению Правительства были созданы постоянно действующие геологические станции АН СССР.

Руководство Табошарской станцией было поручено Ф.И. Вольфсону. В разное время в ее штате работали известные в отрасли ученые и практики — Е.П. Солюшкин, Б.Л. Рыбалов, В.В. Архангельская, Н. Калинина, Э.К. Тарасова (Рыбалова) и многие другие. В разные годы ее возглавляли Н.С. Горшков, В.А. Невский, А.В. Канцель. Позднее, в конце 1950-х — начале 1960-х годов станцией руководил Н.П. Лаверов.

* См. Атомный проект СССР: Документы и материалы. Т. II. Атомная бомба. 1945–1954. Книга 1. Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ, 1999. С. 111.

Собранный сотрудниками упомянутых подразделений фактический материал позволил оказать существенную научно-методическую помощь промышленности и в 1950 г. на его основе Ф.И. Вольфсоном был написан первый научно-производственный отчет по работам на уран в Таджикистане. Этот отчет стал, по сути, научно-методическим обоснованием для осуществления дальнейших работ на уран и в других районах Средней Азии и Казахстана, в частности Приташкентском, оказал большое влияние на разработку теоретических основ геологии урана в целом.

Накопленный опыт работ в Средней Азии позволил Ф.И. Вольфсону и его последователям расширить представления о различных направлениях в изучении рудных месторождений, а в тяжелые военные годы создать надежную базу стратегических видов минерального сырья и начать успешные исследования в рамках «Уранового проекта СССР».

При написании очерка использованы изданные материалы: Вольфсон, Ф.И. Геологи Академии в годы Великой Отечественной войны // Природа. — 1974. — № 5. — С. 48–57; Вольфсон, Ф.И. Воспоминания. — М., 2000. — 294 с.; Вольфсон Ф.И., Петров В.П. Вклад советских геологов в расширение минерально-сырьевой базы страны в годы Великой Отечественной войны // Изв. АН СССР. Сер. геол. — 1985. — № 5. — С. 3–8; К 110-летию со дня рождения Ф.И. Вольфсона / Вольфсон И.Ф., Петров В.А., Печенкин И.Г., Прозорова М.В. // Новое в познании процессов рудообразования. — М.: ИГЕМ РАН, 2017. — С. 15–20; Ф.И. Вольфсон — ученый, педагог, патриот / Лаверов Н.П., Сафонов Ю.Г., Бойцов В.Е., Величкин В.И. // Геология рудных месторождений. — 2007. — № 5 — С. 371–385 и воспоминания учеников, коллег и родных Ф.И. Вольфсона.

© Вольфсон И.Ф., Петров В.А., Печенкин И.Г., 2020

Вольфсон Иосиф Файтелевич // mgeolog1955@mail.ru;

rosgeo@yandex.ru

Петров Владислав Александрович // vlad243@igem.ru

Печенкин Игорь Гертрудович // pechenkin@vims-geo.ru

ГЕОЛОГИЯ И МЕТОДИКА ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

УДК 55.553.073.3

Де Ла Нуэс Колон Д., Игнатов П.А. (МГРИ-РГГРУ)

ВЕРОЯТНЫЕ ЗОЛОТОРУДНЫЕ ЗОНЫ КОЛЧЕДАННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ САН-ФЕРНАНДО (КУБА)

В настоящее время для Кубы особый интерес представляет выявление промышленных месторождений золота. В районе Центральной Кубы известно несколько медно-цинковых колчеданных месторождений, наиболее крупное из них — Сан-Фернандо. На этом объекте отмечены концентрации золота в основном во включениях в халькопирите, а также в виде прожилков и тонких вкраплений в кварц-серицит-хлоритовых метасома-

титах. Однако ее пространственное положение не выяснено. В предлагаемой статье приведено обоснование выделения в пределах месторождения Сан-Фернандо крутопадающих предположительно золоторудных зон прожилково-вкрапленных медно-цинковых колчеданных руд. Анализ распределения концентраций основных компонентов меди и цинка и попутных золота и серебра проведен по составленной базе данных в геоинформационной среде *Quantum GIS*. Золотая минерализация частично наложена на колчеданные руды, что подтверждается относительно независимым распределением благородных и халькофильных металлов, отсутствием корреляции между ними. **Ключевые слова:** колчеданное месторождение Сан-Фернандо (Куба), тектонические нарушения, сульфидные руды, прогноз золотого оруднения.

PROBABLE GOLD ZONES IN THE SAN-FERNANDO SULFIDE DEPOSIT (CUBA)

*The discovery of commercial gold deposits is currently of particular interest to Cuba. Several copper-zinc pyrite deposits are known from the Central Cuba region, where the major occurrence is the San Fernando. Gold occurs mainly as inclusions in chalcopyrite, as well as veinlets and thin inclusions in quartz-sericite-chlorite metasomatites. However, its spatial distribution and extent has not been clarified. This paper proposes steeply dipping presumably gold zones from vein-disseminated copper-zinc pyrite ores within the San Fernando deposit. The analysis of main component distribution of copper and zinc and associated gold and silver was achieved through a compiled database in the Quantum GIS environment. The nature of gold mineralization partially superimposed on pyrite ores is reinforced by the relatively independent distribution of noble and chalcophile metals, and by the absence of correlation between these metals. **Keywords:** San Fernando pyrite deposit (Cuba), linear stockworks, sulfide ores, gold mineralization.*

В настоящее время в кризисных условиях мировой экономики актуально освоение месторождений золота. Для Кубы выявление промышленных месторождений золота представляет особый интерес.

В ряде районов мира известны золотоносные колчеданные месторождения и совмещение колчеданных и собственно золоторудных объектов [2, 4, 7]. Одним из таких объектов может оказаться колчеданное месторождение цинково-медных руд Сан-Фернандо, находящееся в районе Центральной Кубы.

Месторождение Сан-Фернандо является одним из самых известных колчеданных месторождений в Центральной Кубе. Оно периодически эксплуатировалось различными испанскими, английскими, североамериканскими и кубинскими компаниями с момента его открытия в 1827 г. до его окончательного закрытия в 1961 г. Общий объем добычи руд оценивается от 100 000 до 200 000 т руды при среднем содержании 3,4 % Cu и 6 % Zn, извлеченных из подземного рудника глубиной 123 м [10].

Основные запасы месторождения связаны с линзовидными рудными телами, залегающими преимущественно полого. Они по большей части согласные с ориентировкой туфов и покровов риолитов. Часть рудных тел представлена штокверками. Ранее считалось, что месторождение представлено крутопадающим линейным штокверком [3].

Месторождение относится к типу Куроко (VMS) [9–11]. Несмотря на многолетнюю эксплуатацию, только в последнее время по месторождению проведены комплексные исследования геологического строения и вещественного состава руд [1].

Сан-Фернандо расположено в вулканической дуге зоны сводов вулканических островов мелового возраста. Здесь известны колчеданные цинково-медные, золото-медно-порфиновые и золотосеребряные эпitherмальные месторождения.

Фактический материал и методы исследования

Фактической основой исследований являются материалы геологоразведочных работ, выполненных на месторождении Сан-Фернандо в 2009–2012 гг. Изучен керн 65 скважин, проведен анализ элементного состава руд по 1075 пробам. Анализы выполнены методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICP MS), большая часть которых выполнена в Центральной лаборатории Хосе И. дель Коррала на Кубе. По каждой скважине составлены колонки и по ним построены геологические профили с увязкой данных опробования и рудных тел с использованием программы AutoCAD 2018. По авторской базе данных в геоинформационной среде Quantum GIS показано распределение основных

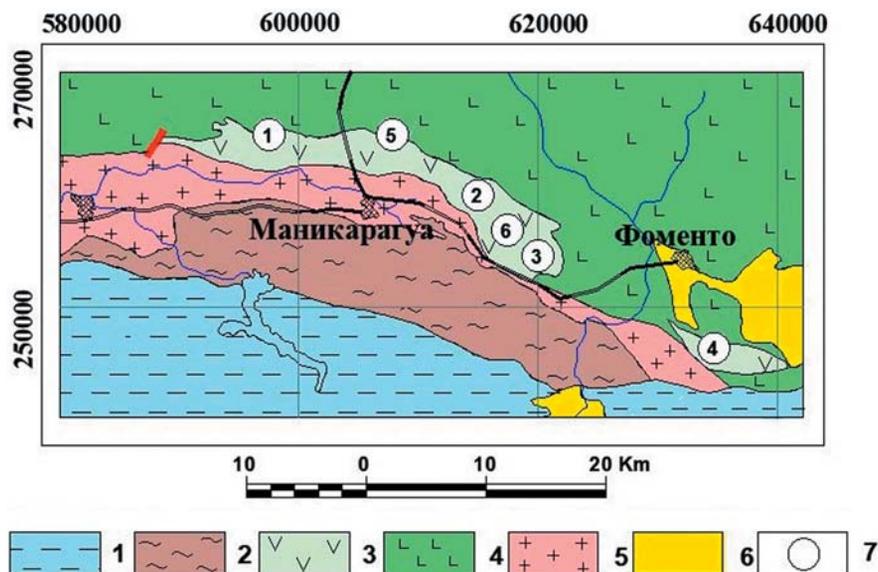


Рис. 1. Схематическая геологическая карта Центральной Кубы и расположение месторождений [по Пущаровскому и др. [5], с изменениями авторов]: 1 — комплекс метаморфических пород Эскамбрай (хлоритовые и голубые лавсонитовые сланцы, J₁-K); 2 — энзиматический метаморфизованный комплекс Мабухина (преимущественно амфиболиты и кристаллические сланцы, J₁-K); 3 — нижняя подсвита Лос Пасос (туфо-брекчии и лапиллиевые туфы риолитов, в верхней части кремнистая порода, туфы андезидацитов, риолитациты, K₁); 4 — верхняя подсвита Лос Пасос (базальты, туфы, туффиты, лавобрекчии, агломераты, андезиты, дациты, конгломераты, песчаники и известняки; K₁-K₂); 5 — интрузии гранитов Маникарагуа (γK₂); 6 — осадочный чехол Багамской платформы (N-Q); 7 — месторождения: 1 — Сан-Фернандо; 2 — Индэпэндэнсиа; 3 — Антонио; 4 — Лос-Серрос; рудопроявления: 5 — Эль Соль; 6 — Бока Торо

рудных компонентов меди и цинка и попутных — золота и серебра. Рассчитаны коэффициенты корреляции этих металлов.

Геолого-структурная позиция месторождения Сан-Фернандо

Ороген Центральной Кубы представлен различными структурными компонентами Североамериканской и Карибской плит. Значительная его часть покрыта эоценовыми отложениями платформенного чехла.

В южной части Центральной Кубы располагаются метаморфические комплексы доюрского возраста. Породы комплекса подразделяются на два типа — Эскамбрай и Мабухина. Эскамбрай представлен вулканогенно-осадочными и осадочными породами, которые вмещают стратиформные колчеданные месторождения Карлота и Гуачинанго типа SEDEX. Мабухина сложен основными породами островодужного комплекса и состоит из габбро, базальтов, базальтовых андезитов и пирокластических пород, деформированных и метаморфизованных в зеленосланцевую и амфиболитовую фации [6, 8].

Породы вулканической дуги площадью около 2200 км² с возрастом от раннего (неоком) до позднего (кампан) мела занимают большую часть Центральной Кубы. Имеющиеся данные позволяют выделить два вулканоплутонических комплекса, сформированные в соответствующие этапы, разделенные перерывом предположительно между коньякским и сантонским веками. Нижний комплекс характеризуется толеитовыми бимодальными вулканитами, сформировавшимися в раннюю стадию примитивной островной дуги. Помимо вулканитов, в нем полно представлена плутоническая ассоциация в виде гранодиорит-гранитов Маникарагуа. Верхний

комплекс сложен породами свит Ла Вруха, Аримао, Ла Рана, Которро, Пелао и Иларио (базальты, туфы, туффиты, лавобрекчии, агломераты, андезиты, дациты, конгломераты, песчаники и известняки). Он включает интрузии гранитов с золото-медно-порфировыми месторождениями Аримао и Макагуа и скарно-магнетитовый объект Гуаос.

В северной части Центральной Кубы присутствуют офиолиты. Они образуют участки очень дефор-

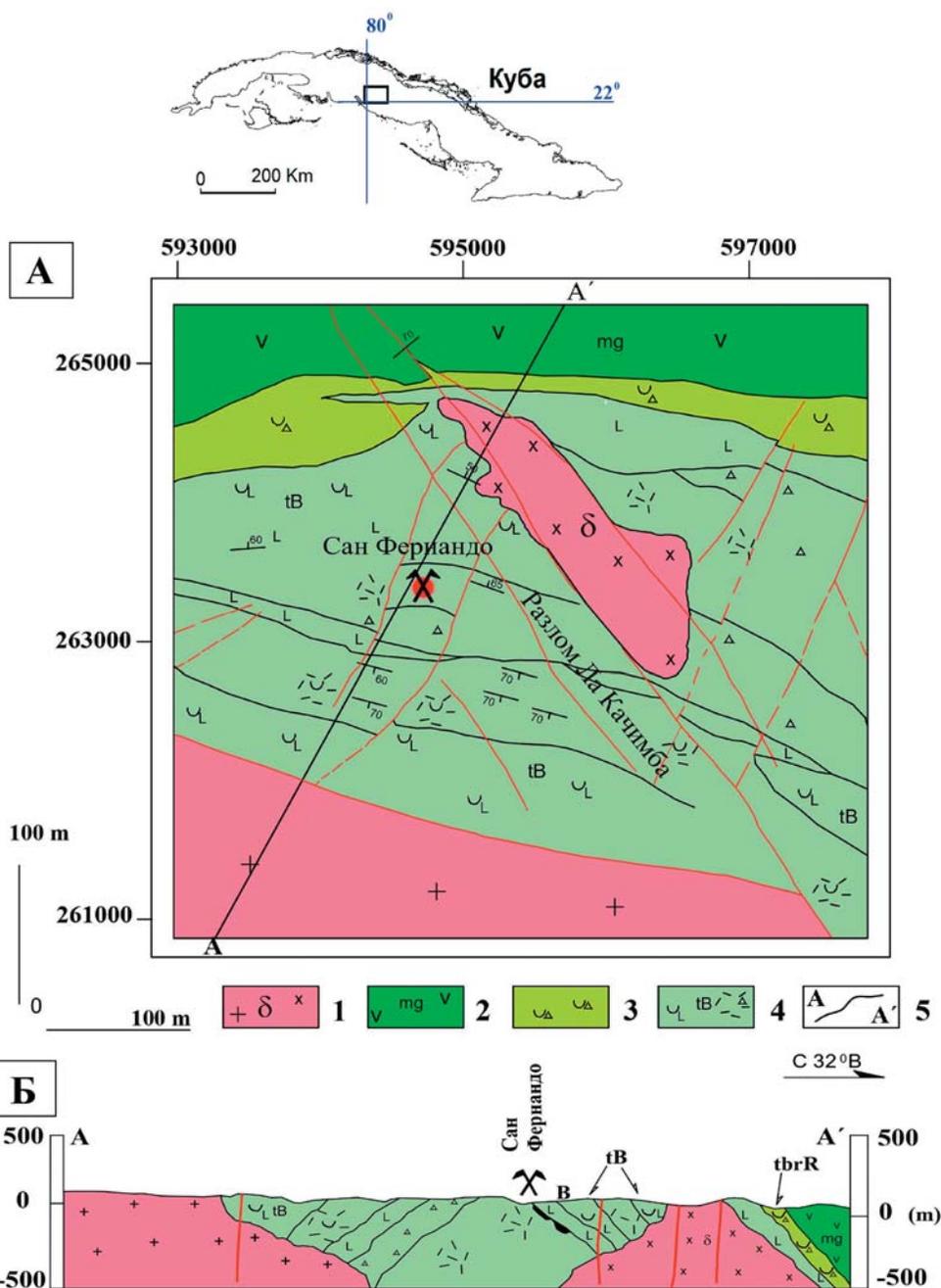


Рис. 2. Геологическая схема рудного поля месторождения Сан-Фернандо Центральной Кубы (А) и (Б) разрез (по Gallardo [13] с изменениями авторов): 1 — комплекс гранитов Маникарагуа (K₂) (гранодиориты, плагиограниты, диориты, габбродиориты); 2 — свита Матагуа (K₁-K₂) (базальтовые андезитовые лавы, габбро); 3 — свита Лос-Пасос (K₁-K₂) (туфобрекчии, лапиллиевые туфы риолитов, в верхней части кремнистая порода, туфы андезидацитов, риолитодациты); 4 — свита Лос-Пасос (K₁): (порфировые риолиты, риолитовые туфы, туфы андезито-базальтов, андезиты, риолитовые лавобрекчии, базальтовые лавы); 5 — линия разреза

мированной мантии и представлены перидотитами и океаническими комплексами эффузивно-осадочных пород. В зонах тектонического дробления в серпентинитах офиолитов, меланже тектонитов верхней части мантии известно рудопроявление Дескансо золотисто-лиственитовой формации.

Меловой вулканогенный комплекс распространен в южных провинциях Центральной Кубы и объединен в свиту Лос-Пасос, которая отнесена к готеривскому ярусу [9]. Район основных выходов свиты Лос-Пасос площадью около 100 км² занимает субширотную дугу протяженностью 35–40 км и шириной 4–6 км (рис. 1).

Свита Лос-Пасос представлена бимодальным вулканическим комплексом в основном подводного типа с геохимическими характеристиками, аналогичными толеитам островных дуг или образованиям примитивных островных систем, включающих более кислые разновидности (риолиты, дациты) или промежуточные между более кислыми и основными породами [9]. Свита Лос-Пасос перекрыта породами свиты Матагуа. Свита Матагуа представлена лавами, лавобрекчиями и туфами андезитов, андезит-базальтов и базальтов, а также туффитами, известняками, песчаниками и алевролитами. Палеонтологических остатков в породах свиты не обнаружено. Вулканикам условно присвоен возраст нижнего мела. Они перекрыты известняками свиты Провинциаль, датированными биостратиграфически как альб-сеноман [9].

Во многих обнажениях отмечено, что породы свиты Лос-Пасос метасоматически изменены. Обычно это новообразования аморфного кремнезема мелкозернистого кварца с примесью эпидота, хлорита, гематита, серицита и каолинита. В метасоматитах локализованы месторождения и рудопроявления колчеданных руд. Они в основном сосредоточены в районе Лос-Пасос. Рудные объекты относятся к месторождениям типа Куроко (VMS) [9–11].

В районе Центральной Кубы основные разломы связаны с субширотным тектоническим контактом между свитами Лос-Пасос и Матагуа. Они представлены крутыми надвигами-взбросами и формировались во время кайнозойского орогенеза в условиях транспрессии. С этим этапом связан и постмеловой метаморфизм и активизация метаморфогенно-гидротермальных систем, в том числе рудообразующих.

Закономерности локализации оруденения на месторождении Сан-Фернандо

Региональному меридиональному стрессу сопутствовало образование разломов второго порядка, которые представлены серией диагональных нарушений. Как следует из данных геологического картирования (рис. 2) северо-восточная серия таких нарушений, вероятно, была сдвигами, сформированными в рудную эпоху. Площадь месторождения ограничена разломами северо-восточного и северо-западного (на севере) простирания.

Разломы северо-западного направления, очевидно, были поздними, поскольку один из них — Ла Качимба ограничивает расположенный в одном километре на

северо-восток от месторождения массив пострудных гранодиоритов.

Северо-восточные сдвиги смещают вулканические покровы. По времени проявления они близки к этапу рудообразования, поскольку не распространяются в пределы гранодиоритов (рис. 2). Они могут иметь рудоконтролирующее значение для жильно-штокверковой сульфидной минерализации, включая золотую. Можно предположить, что северо-западные и субмеридиональные разломы, опережающие северо-восточные предположительно правосторонние сдвиги, могут вмещать жильную золотосульфидную минерализацию.

Медно-цинковое оруденение месторождения Сан-Фернандо локализовано в нижней части свиты Лос-Пасос, которая с несогласием перекрыта базальтами, андезитами, силлами, габбро свиты Матагуа. Рудонесная толща интродуцирована крутопадающими послерудными дайками и субвулканическими телами диоритов. Вулканические покровы Матагуа, перекрывающие интрузивные породы, имеют запад-северо-западное

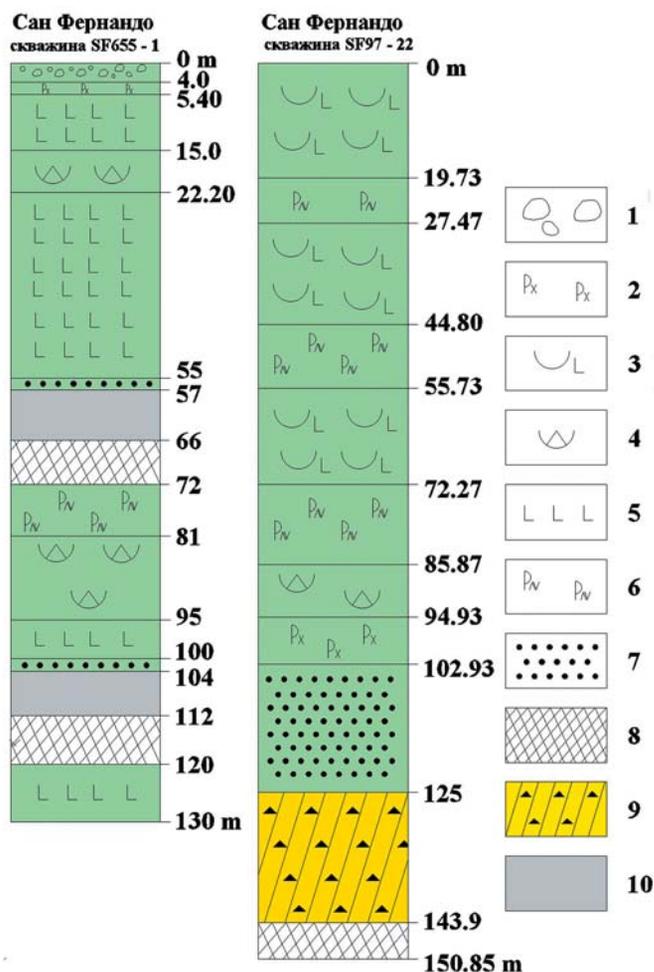


Рис. 3. Колонки месторождения Сан-Фернандо по скважинам SF655-1 и SF97-22: 1–6 — породы свиты Лос-Пасос: 1 — железная шляпа; 2 — риолит-порфиры; 3 — базальтовые лапиллиевые туфы; 4 — лавобрекчии; 5 — базальты; 6 — андезит-дацитовые порфиры; 7 — участки бедных жильково-вкрапленных руд; 8 — пиритовые руды; 9 — медные руды; 10 — цинково-медные руды

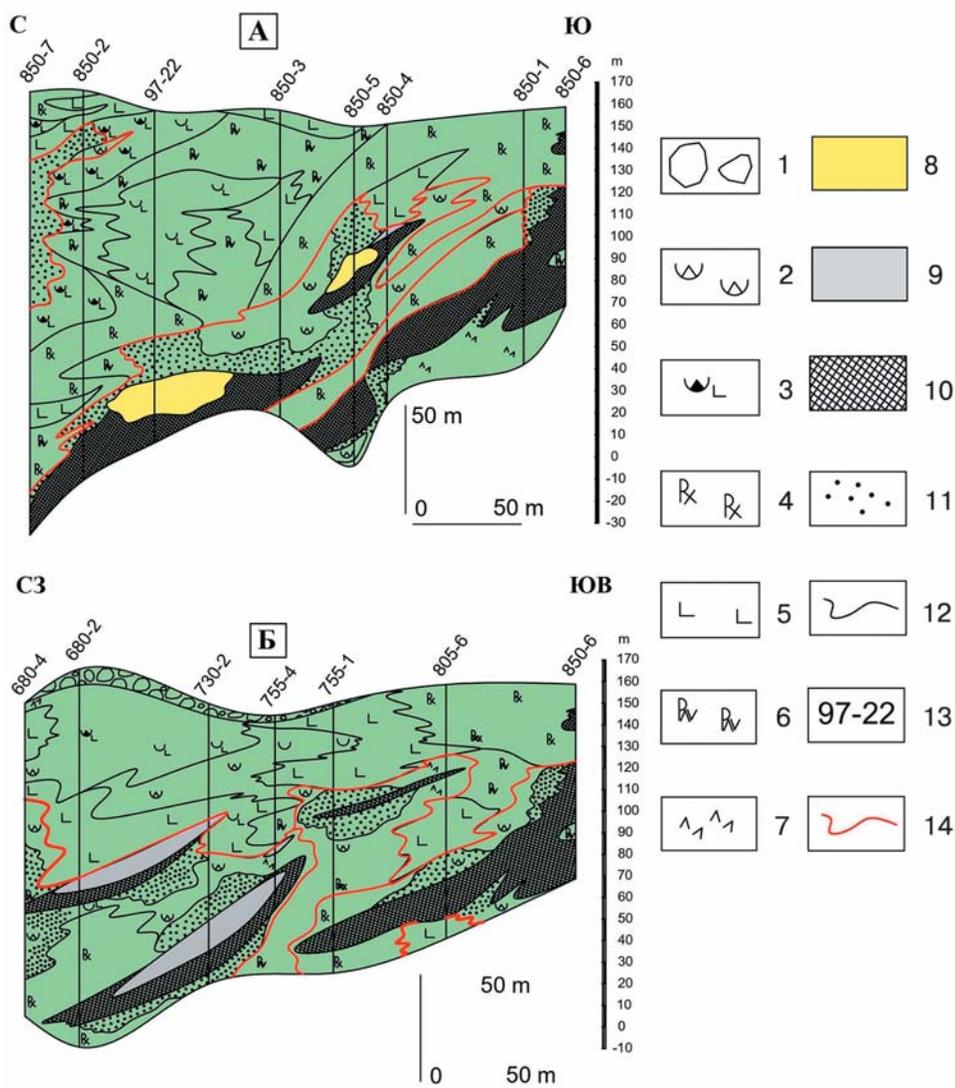


Рис. 4. Геологические разрезы месторождения Сан-Фернандо С-Ю (А) и СЗ-ЮВ (Б): 1–7: породы свиты Лос-Пасос: 1 — железная шляпа (лимонитовая порода); 2 — лавобрекчии; 3 — базальтовые лапиллиевые туфы; 4 — риолит-порфиры; 5 — базальты; 6 — андезит-дацитовые порфиры; 7 — риолиты; 8 — медные руды; 9 — цинково-медные руды; 10 — пиритовые руды; 11 — участки бедных прожилково-вкрапленных руд; 12 — контуры рудных тел; 13 — разведочные скважины; 14 — контуры прогнозных зон на золото

простираение с азимутом 110° и север-северо-восточное падение с углами от 45° до 75° и характеризуются отсутствием оруденения. Рудные тела сопровождаются широкими ореолами метасоматической хлоритизации и пиритизации. Присутствуют локальные зоны кварц-серицитовых с пиритом метасоматитов. Во всей рудовмещающей вулканогенной толще встречаются пластовые тела баритовой минерализации.

Основные запасы месторождения связаны с линзовидными рудными телами,

залегающими преимущественно полого (рис. 3, 4). Они по большей части согласные с ориентировкой туфов и покровов риолитов. Часть рудных тел сложена прожилково-вкрапленными рудами, обрамляющими линзовидные залежи. Они слагают крутопадающие штокверки, которые экранируются покровами базальтов. Все рудные тела расположены в андезит-дацитовых порфирах свиты Лос-Пасос.

Линзовидные рудные залежи нарушены северо-западными и северо-восточными крутопадающими разломами. Их пострудный возраст устанавливается по смещениям линзовидных сульфидных рудных тел с массивной и слоистой текстурой руд, а также резким контактом рудного штокверка и слабо измененных риодацитов [9, 10].

Для типичных колчеданных месторождений характерна асимметрия: внизу — штокверк прожилково-вкрапленных руд, над ним линза пиритовых массивных и слоистых руд, выше — пирит-халькопиритовые массивные, брекчиевые и слоистые руды, над ними пирит-халькопирит-сфалеритовые руды [2, 7].

Месторождение Сан-Фернандо в этом отношении своеобразно. На нем лишь в целом отражается классическая вертикальная зональность: пиритовые руды занимают нижние уровни, цинково-медные средние

Таблица 1
Распределение содержаний золота и золотосеребряных отношений разных медно-цинковых руд месторождения Сан-Фернандо

Типы Cu-Zn руд	Au, пределы значений, г/т	Au, среднее значение, г/т	Au/Ag	Число проб
Богатые и рядовые массивные, слоистые и брекчиевые руды линзовидных залежей	0,004–9,1	0,95	0,013	27
Бедные прожилково-вкрапленные руды предположительно штокверковых тел	0,004–2,5	0,16	0,02	23

Таблица 2
Матрица коэффициентов корреляции элементов в рудах месторождения Сан-Фернандо по 50 пробам

	Pb	Zn	Cu	Ag	Au
Pb	1				
Zn	0,692016	1			
Cu	0,428602	0,288814	1		
Ag	0,513944	0,843473	0,267543	1	
Au	0,421277	0,381409	0,288509	0,249104	1

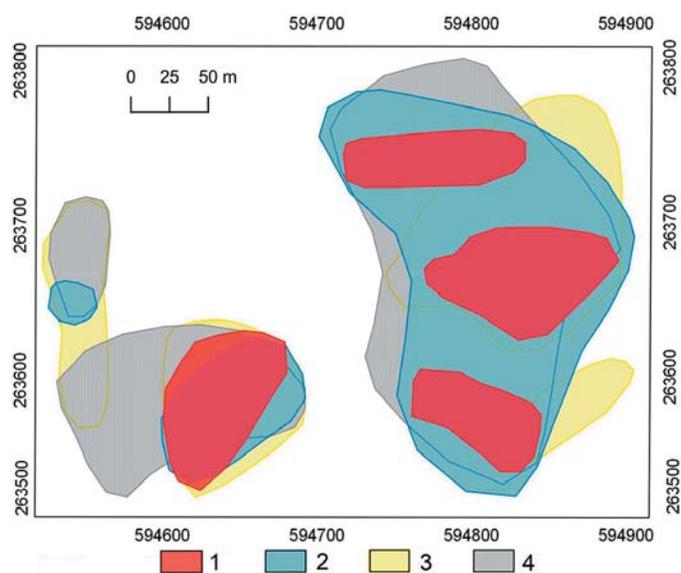


Рис. 5. Схема рудоносных зон Сан-Фернандо: 1 — Cu, 2 — Zn, 3 — Au, 4 — Ag

и медные руды распространены на верхнем уровне. Также некоторые линзовидные рудные тела, сложенные массивными, слоистополосчатыми и брекчиевыми рудами, имеют прожилково-вкрапленные руды в своем основании. Вместе с тем, по большей части на месторождении прожилково-вкрапленные руды распространены выше и на краях линзовидных рудных залежей. Это дает основание считать, что значительная часть прожилково-вкрапленных руд представлена штокверками и является более поздними образованиями.

На месторождении золото, электрум и серебристый в виде мелких выделений включены в пирит и халькопирит. Гессит и алтаит находятся в микровключениях в халькопирите и пирите. Они формировались на поздних стадиях гидротермального этапа [1].

Для определения пространственной позиции минерализованных зон составлены разрезы по каждой скважине. По 20 скважинам построены профили, пересекающие месторождение по всем направлениям. Они построены с учетом данных минералогических

исследований и элементного анализа по рядовому опробованию. Примеры соотношений пиритовых, цинково-медных, медных руд и участки бедных прожилково-вкрапленных руд приведены на двух геологических профилях (рис. 4).

Установлено три яруса оруденения с кулисообразным расположением

рудных тел. Расстояние между рудными линзами в плане колеблется от 10–15 м до 40–50 м. Нижний ярус представлен пиритовыми, средний — медными, верхний — цинково-медными колчеданными рудами. Рудные залежи субпараллельны и имеют северо-северо-западное преимущественно моноклиальное падение с углами от 5–10° до 35°. На северном фланге месторождения намечается флексурное осложнение рудоносных зон с субширотной осью, возможно фиксирующей один из рудоподводящих крутопадающих разломов.

Все линзовидные рудные залежи сопровождаются прожилково-вкрапленными рудами, которые в виде зон примыкают к ним сверху, частично снизу и в основном к северным контактам рудных линз. Прожилково-вкрапленное оруденение экранируется покровами базальтов. Скорее всего, эти прожилково-вкрапленные руды слагают зоны линейных штокверков крутого падения. В них могут располагаться собственно золоторудные залежи, которые должны включать и линзовидные рудные тела. Это

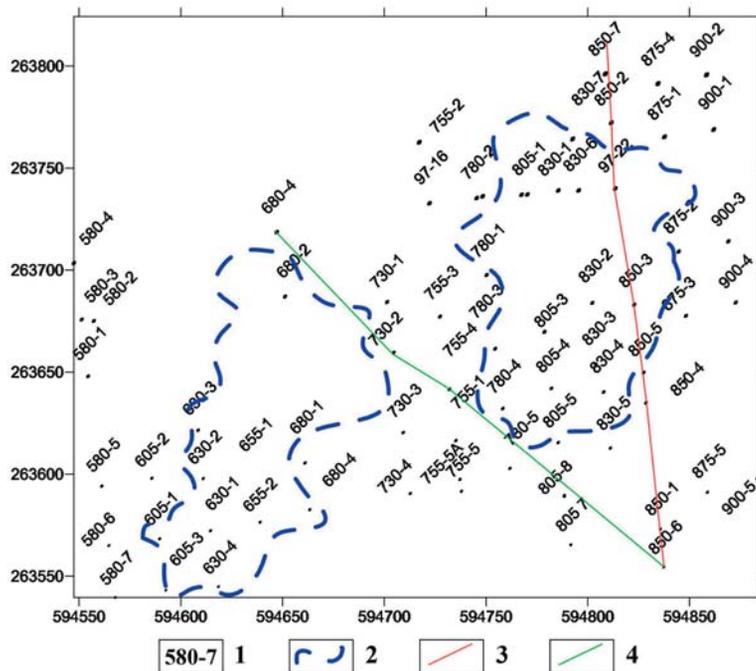


Рис. 6. Прогнозная на золото схема месторождения Сан-Фернандо: 1 — скважины и их номера; 2 — контуры прогнозных зон на золото; 3 — линия разреза С-Ю; 4 — линия разреза СЗ-ЮВ

подтверждается и по содержанию золота и золотосеребряных отношений по разным типам колчеданных руд (табл. 1).

Для анализа площадного распределения полезных компонентов использованы данные по Zn, Cu, Ag и Au в каждой из разведочных скважин с привязкой по глубине. Учитывались содержания, превышающие предельные промышленные концентрации: Cu ≥ 0.5 %; Zn ≥ 0.5 %; Ag ≥ 1 %; Au ≥ 0.5 %. Составлена соответствующая база данных и геоинформационный проект. В результате построены упрощенные карты распределения каждого элемента по среднему рудорудному уровню, объединяющему все линзовидные рудные тела.

В плане выделены две наиболее продуктивные рудоносные зоны субмеридионального простирания — меньшая западная и большая восточная (рис. 5).

Следует отметить конформность распределения меди и цинка. Золото и серебро распределены относительно независимо. Концентрации благородных металлов имеют протяженность в северном и северо-западном направлениях, которые совпадают с отмеченными выше разломами, оперяющимися сдвиги. Отсутствие связей золота с медью и цинком подтверждается корреляционным анализом (табл. 2).

На основании полученных данных и с учетом разломных структур на месторождении составлена прогнозная схема на золотое оруденение (рис. 6). Выделенные перспективные зоны имеют крутое падение и в основном северо-западное простирание. Перспективные зоны также показаны на профилях (рис. 4).

Заключение

Проведенный анализ пространственной позиции цинково-медных руд, золота и серебра наиболее крупного в Центральной Кубе месторождения Сан-Фернандо позволяет сделать следующие выводы.

Во-первых, на месторождении Сан-Фернандо можно ожидать совмещение известных медно-цинковых колчеданных залежей с собственно золоторудными телами.

Во-вторых, на месторождении установлено не типичное для колчеданных объектов соотношение согласных линзовидных рудных залежей, сложенных массивными, слоистыми и брекчиевыми рудами, с прожилково-вкрапленными сульфидными рудами, располагающимися ниже, выше и на краях линзовидных тел. Они, вероятно, контролируются крутопадающими север-северо-западными разломами.

В-третьих, на месторождении выделены две субмеридиональные рудоносные зоны, в которых совмещаются пологозалегающие рудные линзы трех уровней и крутопадающие колчеданные залежи, внутри которых выделены зоны, перспективные на золотое оруденение.

Выделенные перспективы обнаружения золотого оруденения являются основанием проведения дополнительных геологоразведочных работ с бурением наклонных скважин на месторождении Сан-Фернандо.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Де Ла Нуэс Колон, Д.* Вертикальная минеральная зональность колчеданного месторождения Сан-Фернандо, Куба / Д. Де Ла Нуэс Колон // Изв. высших учебных заведений. Геология и разведка. — 2020. 63(1). — С. 30–38. <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2020-63-1-30-38>.
2. *Дергачев, А.Л.* Эволюция вулканогенного колчеданообразования в истории Земли / Автореф. дисс. на соискание ученой степени д. г.-м. н. / А.Л. Дергачев. — М: МГУ, 2010. — 58 с.
3. *Лаверов, Н.П.* Рудные месторождения Кубы / Н.П. Лаверов, Ю.Ю. Бугельский, О. Васкес, И.И. Григорьев и др. — М.: Наука, 1985. — 245 с.
4. *Некрасов, Е.М.* Зарубежные эндогенные месторождения золота / Е.М. Некрасов. — М.: Недра, 1988. — 286 с.
5. *Пушаровский, Ю.М. (ред.)*. Геологическая карта Кубы. Масштаб 1: 250 000 / Ю.М. Пушаровский (ред.) // Кубинская академия наук и Академия Наук СССР. — 1988.
6. *Сомин, М.Л.* Геология метаморфических комплексов Кубы / М.Л. Сомин, Г. Мильян. — М.: Наука, 1981. — 219 с.
7. *Старостин, В.И.* Геология полезных ископаемых / Учебник для высшей школы / В.И. Старостин, П.А. Игнатов. — М.: Академический Проект, 2004. ISBN 5-8291-0656-6. — 512 с.
8. *Blein, O.* Geochemistry of the Mabujina Complex, Central Cuba: implications on the Cuban Cretaceous arc rocks // Journal of Geology / Blein, O., et al., 2003. — V. 111. — P. 89–101.
9. *Díaz de Villalvilla, L.* Estudio de secuencias ígneas cretáceas en Cuba Central y su relación con la mineralización de oro. (Cu, Zn, Pb, Au и Ag) // Sistema de Clasificación de cubanas / Díaz de Villalvilla L., Santa Cruz Pacheco M., et al. — 2014. — С. 64–118. ISBN: 978-959-7117-209. CNDIG.IGP / SGC.
10. *Gallardo Eupierre, E.* Generalización geológica y pronóstico metalogénico de la formación Los Pasos. Final report / Gallardo Eupierre E., Rodríguez G.I. et al. — 2002. — 148 p. (In Cuba, unpublished).
11. *Torres Zafra, J.* Modelos Descriptivos-Genéticos de Depósitos Minerales Metálicos para el Mapa Metalogénico a Escala 1: 250 000 de La República de Cuba. Instituto de Geología y Paleontología / Torres Zafra, J., Lavaut W., Cazañas Díaz X. — Habana, Cuba, 2017. — 267 p. ISBN 978-959-7117-74-2.

© Де Ла Нуэс Колон Д., Игнатов П.А., 2020

Де Ла Нуэс Колон Дэйси // deysydelanuez2015@gmail.com
Игнатов Пётр Алексеевич // petrignatov@gmail.com

УДК 550.8 681.3

Галюк С.В., Менчинская О.В. (ФГБУ «ИМГРЭ»)

РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ ПО УСЛОВИЯМ ПРИМЕНЕНИЯ ЛИТОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПОИСКОВ НА ЛАНДШАФТНО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНОВЕ

В статье определен перечень задач, концепция, принципы и технология районирования территории по условиям применения литохимических методов поисков. Описание иллюстрируется оригинальными фотографиями. Статья предназначена для исполнителей геолого-поисковых работ, выполняемых в масштабах 1:200 000 — 1:50 000.
Ключевые слова: оптимизация литохимических поисковых работ, благоприятные и неблагоприятные ландшафтные условия, районирование территории по условиям применения геохимических методов поисков, геоморфологический анализ.