

МЕТАЛЛОГЕНИЯ И МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

УДК 550.84

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОСТАТИСТИЧЕСКОГО МОДУЛЯ ARCGIS ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ГЕОХИМИЧЕСКОГО ПОЛЯ (на примере Понпельшорского участка, Полярный Урал)

**В.Е. Марков, А.Ф. Георгиевский,
Л.В. Фролов**

Инженерный факультет
Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, Россия, 117198

Построены карты распределения содержаний золота и его элементов-спутников на поверхности в пределах Понпельшорского золоторудного участка. Применение геостатистического модуля ArcGIS позволяет изучить пространственную анизотропию содержаний элементов и подтверждает предположение о том, что образование золотой минерализации происходило в две стадии. Предложена модель формирования рудовмещающих структур.

Ключевые слова: Харбейский массив, золото, геохимические методы, анизотропия, геостатистика, ArcGIS.

Золотое рудопроявление Понпельшор расположено на восточном склоне Полярного Урала в Сакмаро-Лемвинской структурно-формационной зоне в пределах сланцевого обрамления Харбейского массива. Сланцевое обрамление представляет собой сложное чешуйчатое сооружение из надвинутых друг на друга тектонических пластин протерозойских, нижне- и верхнепалеозойских толщ, перекрытых мезозойскими осадками, и имеет общее падение на юго-восток.

Магматические образования, сосредоточенные главным образом в пределах Харбейского докембрийского блока, представлены штоковыми и дайковыми телами пород от ультрабазитового до кислого состава, формировавшихся в возрастном интервале от нижнего протерозоя до поздней перми. Западным обрамлением его служит нижнеордовикская черносланцевая орангская свита, вмещающая Понпельшорскую зону золоторудной минерализации. С рифейскими образованиями

Харбейского блока свита контактирует по предполагаемому крупному надвигу. Точное положение плоскости надвига откартировать не удастся, что связано с плохой обнаженностью и внешним сходством пород соприкасающихся ордовикских и рифейских толщ. Это в основном переслаивающиеся темно- и светлоокрашенные различные сланцы, сформировавшиеся в условиях эпидот-амфиболитовой и зеленосланцевой фаций метаморфизма. В породах широко проявлены процессы катаклаза, бластеза и минеральные изменения, связанные с диафорезом. Резко выражены плейчатость, сланцеватость и кливаж в двух направлениях. Сланцеватость, основной структурный элемент участка, макроскопически выражена системой трещин, разбивающих породы на микролитоны толщиной несколько миллиметров. В целом плоскости сланцеватости погружаются на юго-восток под углом 50° .

Среди разрывных нарушений преобладают разломы северо-восточного и северо-западного простирания. Разломы северо-восточного простирания в целом согласны со сланцеватостью. Наиболее крупным из них является Няровейский, разделяющий породы немурюганской и орангской свит; его смеситель, судя по ориентировке сланцеватости, падает на юго-восток под углом $30\text{—}40^\circ$. Западнее картируются еще два крупных разлома, сопровождающиеся зонами метасоматически измененных пород. Разломы северо-западного простирания подчеркиваются прямолинейными отрезками водотоков и хорошо дешифрируются на аэрофотоснимке в виде зон сближенных линеаментов шириной порядка 1 км, разделенных областями, где линеаменты северо-западного простирания не выделяются.

Среди многочисленных мелких разрывов и трещин наибольший интерес представляют системы, выполненные кварцем (кварцевые жилы). Выделяются две системы кварцевых жил: согласные (северо-восточного простирания) и секущие (северо-западного простирания) по отношению к сланцеватости простирания.

Геохимический анализ распределения золота и его элементов-спутников производился с использованием модуля Geostatistical Analyst в программе ArcGIS компании ESRI[®]. Модуль Geostatistical Analyst расширяет возможности ArcMap за счет появления дополнительных инструментов, предназначенных для исследовательского анализа пространственных данных, а также Мастера операций геостатистики. Никогда прежде инструменты геостатистики не были интегрированы в среду ГИС, теперь модуль Geostatistical Analyst является связующим звеном между геостатистикой и ГИС [4].

Построение поверхности с использованием модуля Geostatistical Analyst включает три основных этапа:

- 1) исследовательский анализ пространственных данных;
- 2) структурный анализ (вычисление и моделирование вариограммы);
- 3) интерполирование поверхности и оценка результатов.

Моделирование результатов анализа характера распределения золота проводилось с применением вариограммы с целью подбора наиболее оптимальной для данной геологической обстановки модели [1]. Графическое представление варио-

граммы (функции, связывающей дисперсию опорных точек и расстояние, на которое они отстоят друг от друга) используется для получения картины пространственной корреляции опорных точек и их соседей. Для того чтобы при интерполяции поверхности учитывались направленные влияния для модели вариограммы, была рассчитана анизотропная вариограмма, которая описывает пространственную автокорреляцию и учитывает направленное влияние в данных (рис. 1).

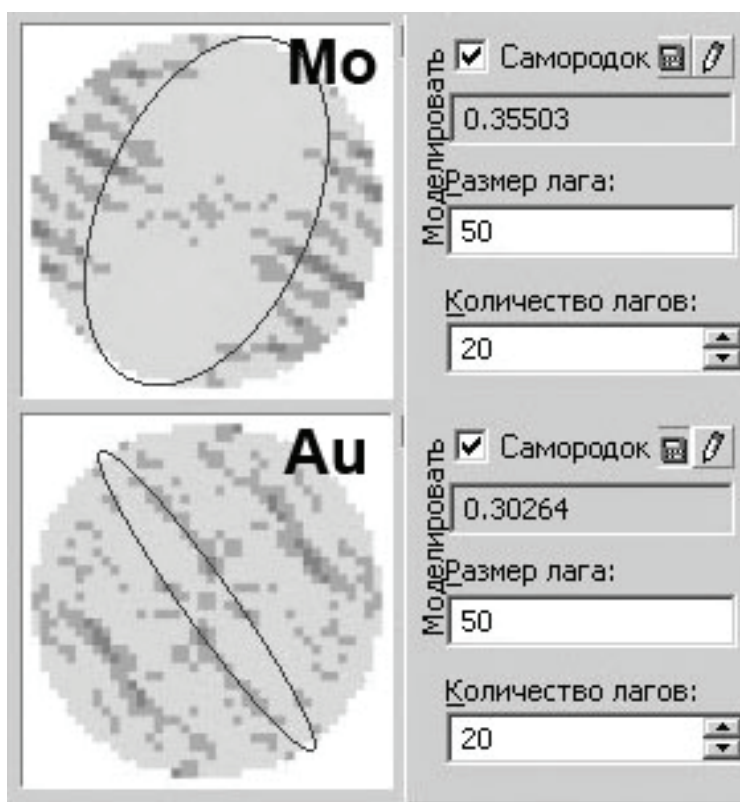


Рис. 1. Карты поверхностей вариограмм содержаний молибдена (Mo) и золота (Au) в пределах Понпельшорского участка:

пространственная анизотропия содержаний Au резко несогласна с анизотропией Mo и других элементов, образующих комплексную аномалию

Эта информация наряду с информацией о расположении опорных точек вокруг искомой и их измеренных значениях использовалась при выполнении интерполяции. Длинные оси эллипсов соответствуют направлениям, в которых содержания элементов наиболее выдержаны, и, вероятно, простираются потенциально рудоносных зон. После обобщения собственных материалов и данных Полярно-уральской экспедиции была выделена крупная субмеридионально вытянутая многоэлементная геохимическая аномалия. Она заключена среди черносланцевых отложений орангской свиты и в зоне ее перехода к полевошпатовым метапесчаникам вулканогенно-терригенной толщи.

На рис. 2 показано распределение по площади меди, цинка, кобальта, марганца, фосфора, серебра и молибдена. Контур аномалии каждого элемента соответствует минимально аномальному значению. Выявлена общая картина геохимического поля, а так же поперечная зональность в распределении элементов [3]. Размер аномалии и набор элементов, входящих в нее, являются характерными для месторождений Cu-Mo порфирового типа [2].

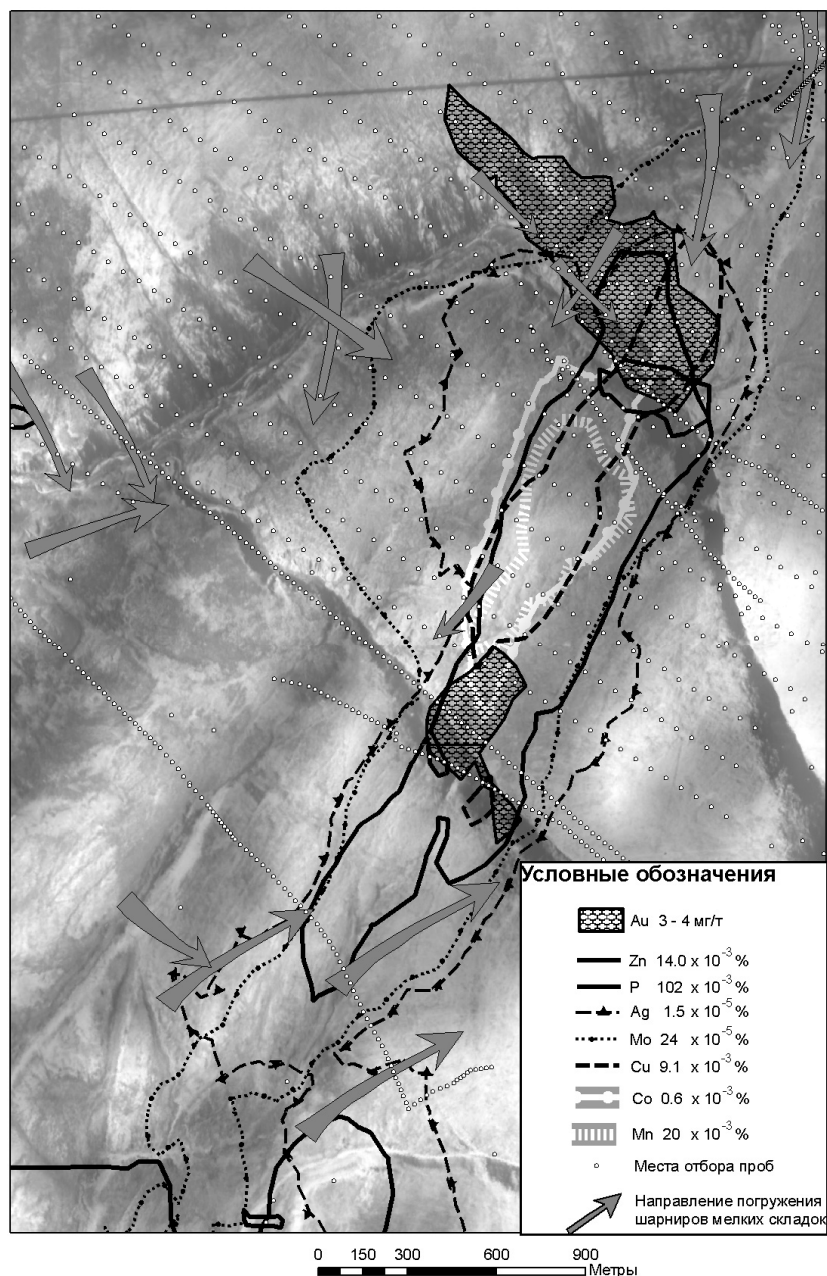


Рис. 2. Карта аномалий Понпельшорского участка

В столь простую картину не укладывается поведение золота. Это подтверждают как последние данные бурения Полярноуральской экспедиции, которая в настоящее время проводит заверку аномалии, так и интерпретация результатов геохимического опробования площади на золото (см. рис. 2).

Анализ полученной модели распределения золота на Понпельшорском участке показал, что его аномалии локализуются среди полей развития отложений разного возраста и имеют два ортогональных друг другу направления: северо-восточное и северо-западное. Это позволяет выделить на Понпельшорской площади два типа золотого оруденения. На первом, связанном с сульфидной минерализацией черносланцевой формации, в настоящее время ведутся работы по заверке аномалий. Второй, более поздний, пока остается без внимания.

Формирование этих направлений могло происходить по принципу образования наклонных и опрокинутых складок, а также кварцевых жил и прожилков, осложняющих сланцеватость и развитых на площади повсеместно (рис. 3). Особенности этих складок могут быть использованы при реконструкции крупных структур.

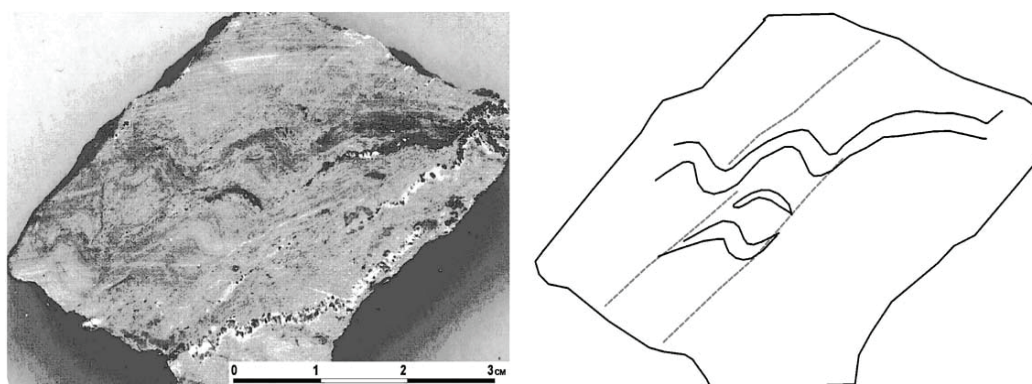


Рис. 3. Образование мелкой «поперечной» плейчатости сланцеватости под воздействием кливажа, связанного с разломом

Полученные в ходе исследований данные позволяют определить методический подход к дальнейшему изучению участка.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Давид М. Геостатистические методы при оценке запасов руд / Пер. с англ. — Л.: Недра, 1980.
- [2] Соловов А.П. Геохимические методы поисков рудных месторождений. — М.: Изд-во МГУ, 1985.
- [3] Трофимов Н.Н., Рычков А.И. Геохимические поиски рудных месторождений: Учебник для вузов. — М.: ПАИМС, 1984.
- [4] ArcGIS 9 Geostatistical Analyst. Руководство пользователя, 2001.

**APPLICATION OF THE GEOSTATISTICAL MODULE
ARCGIS FOR STUDY OF A GEOCHEMICAL FIELD
(on an example of a site Pospel-Shor, Polar Ural)**

V.E. Markov, A.F. Georgievsky,

L.V. Frolov

Engineering faculty

People's Friendship Russian University

Miklukho-Maklaya str., 6, Moscow, Russia, 117198

The maps of distribution of gold concentration and its elements-indicators on a surface were constructed for the site of gold mineralization Pospel-Shor (Polar Ural). The application of the geostatistical Module ArcGIS allows to study anisotropic distribution of elements and confirms the assumption that the gold mineralization was formed in 2 stages.

Key words: Harbey block, gold, geochemical methods, anisotropy, geostatistics, ArcGIS.