

## **ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ХРОМА, НИКЕЛЯ, МЕДИ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ ГАНИНСКОГО УЧАСТКА (БУРАКОВСКИЙ РАССЛОЕННЫЙ МАССИВ КАРЕЛИИ)**

Материалом для настоящей работы послужили данные поисково-геохимических съемок, проведенных в 2000 г. на Ганинском участке Бураковско-Аганозерского массива Карелии. Цель выполненных исследований заключалась в отработке методических приемов геохимических поисков платинометалльного оруденения терромагнитным геохимическим методом и методом поисков по металлоорганическим почвенным формам и выявлении локальных аномалий, перспективных на обнаружение платинометалльной минерализации. В результате испытания различных вариантов обработки поисково-геохимических данных доказано, что наилучший результат дает применение методики, нацеленной на максимально полный учет изменчивых ландшафтных условий. Выделены два перспективных участка, на одном из которых прогнозируется наличие малосульфидной платинометалльной минерализации, а другой имеет максимальные концентрации в почвах хрома, никеля и меди.

This work bases on geochemical prospecting data acquired in the Ganinsky section of the Burakovsko-Aganozersky massif, Karelia, in 2000. The research was aimed to improve techniques of geochemical prospecting (TMGM and MSF methods) for platinum group metal ores, as well as revelation of local anomalies having prospects for discovery of platinoid mineralization. Results of testing different geochemical data processing techniques have shown that the best technique is the one oriented at maximally complete account of parameters characterizing variable landscape conditions. Two prospective local areas have been revealed. Presence of low-sulphide platinum group metal mineralization is forecasted within the first area. The second one is characterized by maximum concentrations of chromium, nickel and copper in rocks.

Проблема обнаружения новых месторождений благородных металлов актуальна в настоящее время и для Карело-Кольского региона, и для России в целом. На Ганинском участке Аганозерского хромитового месторождения, расположенном в северо-восточной части Бураковско-Аганозерского расслоенного интрузива, в 2000 г. геохимиками ВНИИ «Рудгеофизика» и Санкт-Петербургского государственного горного института были проведены поисково-геохимические съемки двумя методами: терромагнитным геохимическим методом (ТМГМ) и методом поисков по металлоорганическим почвенным формам нахождения химических элементов (МПФ). Эти методы в первую очередь нацелены на выявление наложенных вторичных ореолов рассеяния

месторождений и используют вторично закрепленные формы нахождения элементов в почвах [1, 2]. Основными задачами съемок являлись отработка методических приемов геохимических поисков платинометалльного оруденения и выявление локальных аномалий, перспективных на обнаружение платинометалльной минерализации.

Бураковско-Аганозерский плутон относится к формации расслоенных перидотит-габбро-норитовых интрузий и является наиболее ярким представителем этой формации на юго-востоке Балтийского щита. Массив в плане имеет форму вытянутого в северо-восточном направлении овала длиной около 50 км и шириной 13-16 км. Поперечными разломами он разделен на три блока: Бураковский, Шалозерский и Аганозерский.

Сводный разрез интрузии представляет собой серию последовательно сформированных зон (снизу вверх): ультраосновной зоны с дунитовой и перидотитовой подзонами; переходной зоны, состоящей из двух перцолит-верлит-пироксенит-габбро-норит-анортитовых мегаритмов; габбро-норитовых нижней, средней и верхней зон и зоны магнетитовых габбро-диоритов. В объеме интрузии известны проявления хромитовой, сульфидной (Cu-Ni), благороднометалльной минерализации [3, 4], а также нового типа никель-магнезиальных руд [5].

Поисковые геохимические съемки методами ТМГМ и МПФ были проведены на Ганинском участке в северной части Аганозерского блока над главным хромитовым горизонтом (ГХГ), переходной зоной (ПЗ) и породами прилегающих зон интрузии в масштабе 1:20000 – 1:10000. Коренные породы перекрыты сплошным чехлом ледниковых отложений, имеются небольшие верховые болота. В пробы МПФ отбирали обогащенные органическим веществом отложения из верхнего гумусового горизонта почв  $A_1$  с глубин 3-20 см; на болотах – торф с глубин 15-20 см. В пробы ТМГМ отбирали супесчаные отложения с глубины 20-50 см из ожелезненного горизонта  $B$  почв на незаболоченных участках и торф с глубин 40-60 см на болотах (см. рисунок). Обработку и анализ проб выполняли в лабораториях ВНИИ «ВИРГ-Рудгеофизика».

В настоящем исследовании испытывали разные варианты обработки поисково-геохимических данных с последовательным добавлением специальных операций, нацеленных на подавление помех, связанных с изменчивостью ландшафтных условий в пределах участка, и усиление контрастности полезных сигналов – аномалий рудной природы. Обработка данных проводилась тремя способами: 1) без учета различий типов почв («рутинный» способ); 2) с учетом геохимических различий двух главных разновидностей почв (торфяно-болотных, с одной стороны, и супесчано-песчаных минеральных почв незаболоченных участков, с другой) путем группирования данных; 3) с учетом различий четырех типов почв (1 – тор-

фяных болотных, 2 – суглинисто-супесчаных почв увлажненных участков, 3 – супесчаных дерново-подзолистых, 4 – супесчаных подзолистых). В последнем случае учитывались также статистические зависимости фоновых содержаний редких элементов от параметров, характеризующих ландшафтные условия и макросостав почв: содержания органического углерода ( $C_{орг}$ ) в МПФ, магнитной восприимчивости проб до их магнетизирующего обжига ( $k$ ) и после обжига ( $Tk$ ) в ТМГМ. При анализе статистических законов распределения оказалось, что все изучаемые величины распределены приблизительно логнормально, и для дальнейшей обработки данных использовали их десятичные логарифмы.

При рутинной обработке данных фоновые параметры определяли по всей совокупности данных за исключением явных аномалий. При учете различий двух типов почв данные были сгруппированы в две выборки. При учете различий четырех типов почв данные по содержаниям Cr, Ni и Cu были сгруппированы в четыре выборки. По каждой выборке определены уравнения линейной регрессии: в МПФ – зависимости логарифмов содержаний элементов от  $\lg C_{орг}$ , в ТМГМ – логарифмов содержаний элементов от  $\lg k$  и  $\lg Tk$ . Далее по полученным уравнениям вычисляли переменные значения среднефоновых содержаний  $C_{ф}(x, y)$ , зависящие от  $C_{орг}$  либо от  $k$  и  $Tk$  в точках опробования с соответствующими координатами ( $x, y$ ). Затем для всех точек опробования почв вычисляли значения нормированных по фоновым параметрам содержаний элементов, которые использовали для построения итоговых геохимических карт. Анализ полученных результатов показал, что на всех построенных картах прослеживаются сходные в главных чертах тенденции расположения аномалий. Однако рутинная методика привела к появлению «ложных» аномалий, не связанных с рудной минерализацией, а обусловленных геохимической спецификой элементарных ландшафтов и типов почв. В данном случае эти ландшафтные аномалии преимущественно приурочены к болотам и бывают как поло-

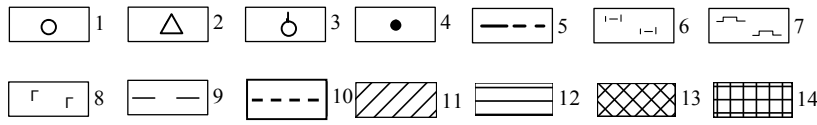
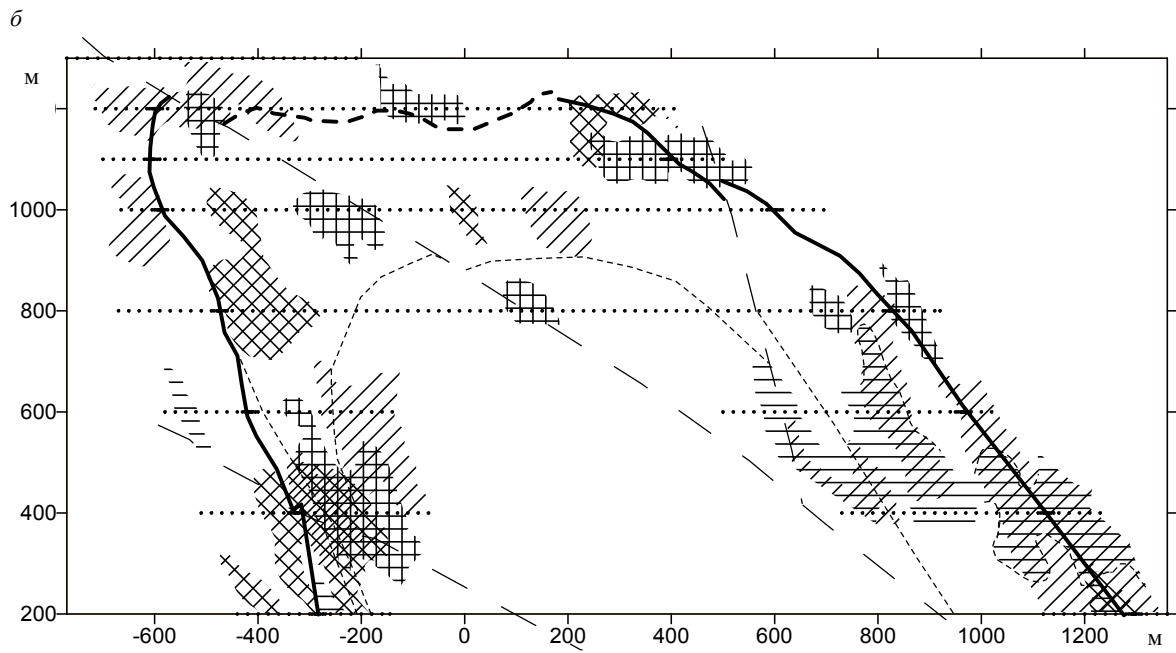
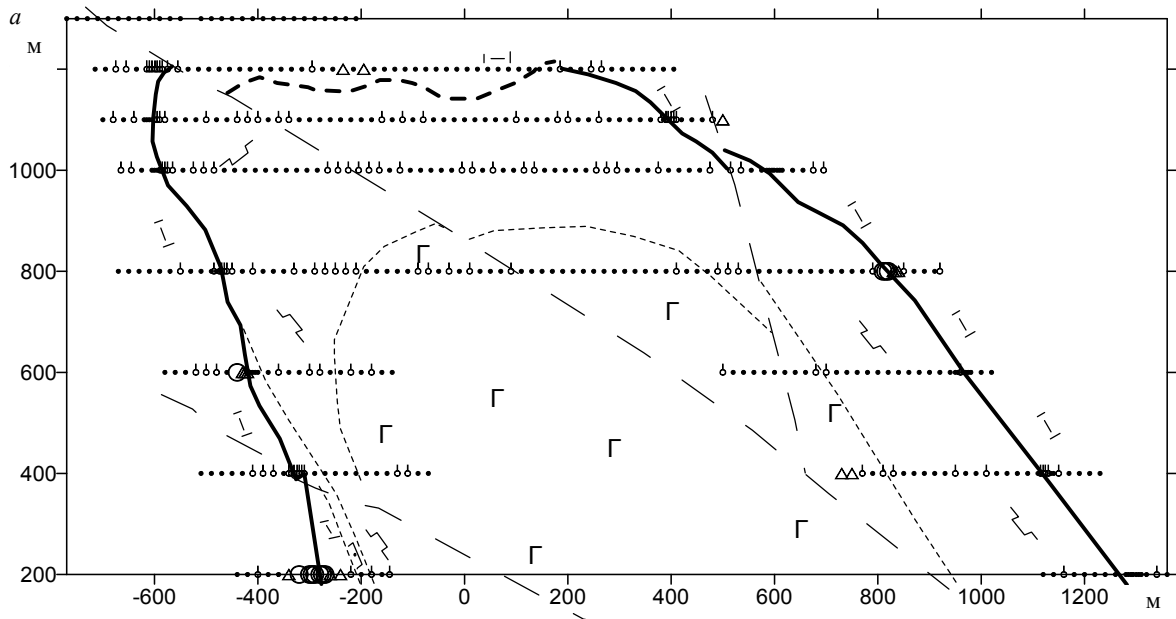


Схема расположения точек опробования и геологического строения (а)  
и сводная карта вторичных ореолов рассеяния (б)

1-4 – типы почв в точках отбора проб (пояснены в тексте); 5 – ГХГ; 6 – перидотиты; 7 – вебстериты и другие породы ПЗ; 8 – габбро и габбро-нориты; 9 – разрывные нарушения; 10 – геологические границы; 11 – вторичные ореолы хрома; 12 – вторичные ореолы никеля и меди; 13 – вторичные ореолы платины; 14 – вторичные ореолы золота

жительными, так и отрицательными по знаку в сравнении с местным фоном.

При использовании же усовершенствованной методики обработки данных, нацеленной на максимально полный учет ландшафтных условий (третий способ), ландшафтные аномалии подавляются, а контрастность рудных аномалий максимально возрастает. Этот способ оказался максимально информативным, и для геолого-геохимической интерпретации далее были использованы именно его результаты.

Наиболее интенсивные положительные аномалии элементов – возможных спутников благороднометалльной минерализации отмечены на юго-востоке (Cr, Ni, Cu) и юго-западе (Cu, Ni) Ганинского участка, они приурочены к ГХГ и ПЗ. Контрастные аномалии Cr в гумусовом горизонте выявлены также в районе северо-западного замыкания ГХГ. В пространственном расположении аномалий Cr, Ni и Cu отмечается зональность: аномалии хрома в почвах приурочены к ГХГ и, предположительно, дополнительным слоям хромитов переходной зоны, а пространственно коррелирующие между собой аномалии меди и никеля – к переходной зоне. При этом аномалии Cr, с одной стороны, и Cu и Ni, с другой, пространственно сближены, но их максимумы смещены относительно друг друга. Вероятно, это отражает геохимическую дифференциацию коренных пород главного хромитового горизонта, переходной зоны и минералого-геохимические различия типов рудной минерализации (см. рисунок).

Основные ореолы рассеяния благородных металлов имеют свои особенности. Максимально интенсивные аномалии золота расположены на юго-западе и северо-востоке. Они приурочены к ГХГ и ПЗ в мес-

тах пересечения их разломами. Аномалии платины тяготеют к ГХГ, а интенсивная аномалия на юго-западе частично совпадает с аномалией золота. На сводной карте вторичных ореолов рудных металлов (см. рисунок) выделяются два наиболее перспективных участка. Юго-западный участок отличается наиболее контрастными аномалиями золота и платины, которые сопряжены с медно-никелевой аномалией. Это позволяет прогнозировать здесь наличие мало-сульфидной платиновой минерализации. Юго-восточный участок имеет максимальные концентрации меди, никеля и хрома в почвах. Наличие здесь хромитовых руд подтверждено скважинами. Однако аномалии золота почти отсутствуют, а аномалия платины приурочена к ГХГ. Вероятно, этот факт связан с повышенным содержанием платиноидов в ГХГ, что отмечалось ранее другими исследователями. Сульфидная же медно-никелевая минерализация здесь, по всей вероятности, менее платиносна.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Антропова Л.В. Геохимические поиски глубоко-залегающих месторождений по металлоорганическим формам нахождения элементов // Геохимические методы поисков рудных месторождений. Новосибирск: Наука, 1982. Ч.2. С.157-160.
2. Ворошилов Н.А. Применение термомагнитного геохимического метода (ТМГМ) при поисках рудных месторождений / Н.А.Ворошилов, Л.Н.Ворошилова // Методы интерпретации результатов геохимических поисков. М.: Наука, 1987. С.135-141.
3. Горошко А.Ф. Новый геолого-промышленный тип месторождений комплексного никель-магнезиального сырья // Геология и полезные ископаемые Карелии / Кар. НИЦ РАН. Петрозаводск, 1998. С.24-35.
4. Металлогения Карелии / Кар.НИЦ РАН. Петрозаводск, 1999. 340 с.
5. Экономическая оценка освоения минеральных ресурсов Карелии / Ин-т экономики Кар.НИЦ РАН. Петрозаводск, 2001. 288 с.

Научный руководитель д.г.-м.н. проф. *А.Г.Марченко*