

УДК 549.351.11(243): 551.73

**Н.Ю. Никулова, О.В. Гракова, В.Н. Филлипов**

Институт геологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар

## САМОРОДНЫЙ ВИСМУТ В БОРНИТЕ ИЗ НИЖНЕОРДОВИКСКИХ ГРАВЕЛИТОВ (ПРИПОЛЯРНЫЙ УРАЛ)

Впервые установлено присутствие самородного висмута в гравелите обезиской свиты нижнего ордовика на Приполярном Урале. Самородный висмут представлен микрокристаллами, образующими цепочки в борните. Сделано предположение, что его источником могли быть грейзенизированные породы на контактах основных пород парнукского комплекса и гранитов сальнерско-маньхамбовского комплекса.

*Ключевые слова:* самородный висмут, борнит, гравелит, нижний ордовик, Приполярный Урал.

**DOI: 10.17072/chirvinsky.2023.189**

Стратиформные рудопроявления меди на Приполярном Урале обычно приурочены к зоне постепенного перехода от слагающих базальные слои красноцветных метатерригенных пород обезиской свиты ( $O_{1,0b}$ ) к перекрывающей их зеленоцветной толще саледской свиты ( $O_{1,2sl}$ ). Рудопроявление меди на восточном склоне хр. Малдынырд локализовано в узкой (первые десятки метров) полосе в зоне тектонического контакта слагающих северную часть Народинского массива габбро и габбро-долеритов парнукского ( $\delta$ ,  $vV_2p$ ) комплекса, гранитов

сальнерско-маньхамбовского ( $\gamma V_2-C_1sm$ ) комплекса и нижнепалеозойской обезиской песчанико-гравелитовой толщи (рис. 1).

Медная минерализация установлена в гравелитах и контактирующих с ними расланцованных гранитах и представлена преимущественно вторичными



Рис. 1. Схема расположения изученного разреза

минералами: малахитом, азуристом, лангитом. Реже встречаются борнит, халькопирит, пирит и халькозин. В одном из зерен борнита из нижнепалеозойского гравелита был установлен самородный висмут (рис. 2).

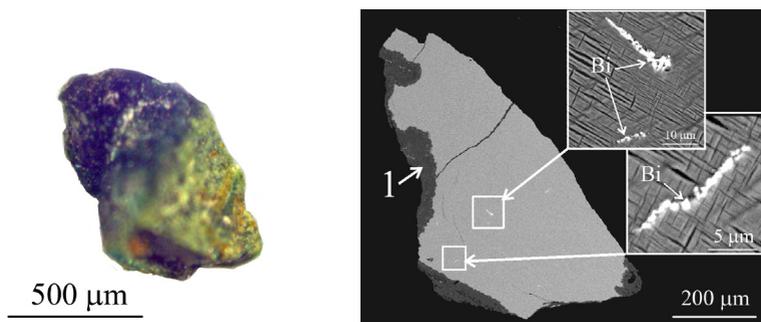


Рис. 2. Зерно борнита, обр. X-19-25: слева – изображение под бинокляром; справа – внутреннее строение, 1 – корочка малахита

Самородный висмут на Приполярном Урале до настоящего времени известен не был. Единичные находки самородного висмута приурочены к сульфидам из позднегидротермальной ассоциации кварцевых жил на Полярном Урале [1, 2]. Известно, что средние и высокие содержания висмута характерны для сульфидов грейзеновой кварцево-вольфрамовой формаций [3].

Изучение морфологических особенностей и химического состава минералов проводилось в ЦКП «Геонаука» Института геологии Коми НЦ УрО РАН (г. Сыктывкар) с помощью сканирующего электронного микроскопа TESCAN VEGA3 LMN с энергодисперсионной приставкой X-MAX 50 mm Oxford instruments при ускоряющем напряжении 20 кВ, диаметре зонда 180 нм и области возбуждения до 5 мкм, и сканирующего электронного микроскопа JSM-6400 с энергетическим спектрометром Link, с ускоряющим напряжением и током на образцах – 20 кВ и  $2 \times 10^{-9}$  А соответственно и сертифицированными стандартами фирмы «Microspec».

Борнит представлен пестроокрашенными в различные оттенки желтого, зеленого и синего цвета зернами, не обладающими правильными кристаллографическими очертаниями с единичными сохранившимися гранями, предположительно кубооктаэдра и имеет неровную осложненную многочисленными отрицательными формами поверхность (рис. 2 а). На препарированной поверхности видно, что вдоль контуров зерна развивается невыдержанная по толщине, повторяющая особенности рельефа тонкая окисная корочка, сложенная малахитом (рис. 2 б). Изученный

борнит имеет решетчатое строение, обусловленное распадом первичного Fe-Cu твердого раствора. Состав светлых участков: S 17.08–24.06, Fe 2.09–10.65, Cu 61.66–70.72; темных, S 29.00–30.57, Fe 14.81–20.03, Cu 49.27–54.84 (мас. %). Центральные части зерен отражают исходный состав минерала. Присутствие следов растворения на поверхности и дифференциации состава внутри зерен указывает на преобразования обломочного борнита в коре выветривания и на постдиагенетическом этапе формирования терригенной толщи.

Самородный висмут отмечается в виде микрозерен, размером до 1 мкм (рис. 2 б), образующих цепочки длиной до 30 мкм, ориентировка которых не совпадает с ориентировкой решетки структуры распада. Источником содержащего самородный висмут борнита могли быть грейзенизированные породы на контактах основных пород парнукского комплекса и гранитов сальнерско-маньхамбовского комплекса.

*Работа выполнена в рамках темы государственного задания ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН «Глубинное строение, геодинамическая эволюция, взаимодействие геосфер, магматизм, метаморфизм и изотопная геохронология Тимати-Североуральского литосферного сегмента» номер государственного учета ЕГИСУ НИОКТР 122040600012-2 и «Осадочные формации: вещество, седиментация, литогенез, геохимия, индикаторы литогенеза, реконструкция осадконакопления» номер государственного учета ЕГИСУ НИОКТР 122040600013-9*

#### *Библиографический список:*

1. Кузнецов С.К., Майорова Т.П., Сокерина Н.В., Филиппов В.С. Золоторудная минерализация Верхнеянюжского месторождения на Полярном Урале / Записки РМО. 2011. Ч. СХХХХ, № 4. С. 58–71.
2. Майорова Т.П., Ефанова Л.И. Проявление золото-мышьяковистого типа Нияхойское-1 на Полярном Урале (кряж Манитанырд) / Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН. 2019. № 8. С. 33–41.
3. Юргенсон Г.А. Типоморфизм и рудные формации. Новосибирск: Наука. 2003. 369 с.

## BISMUTH IN BORNITE FROM THE LOWER ORDOVICIAN GRAVELITES (SUBPOLAR URALS)

**N.Yu. Nikulova, O.V. Grakova, V.N. Fillipov**

*Nikulova@geo.komisc.ru*

For the first time, the presence of bismuth, rare for the north of the Urals, was found in the gravelstone of the Lower Ordovician Obeiz Formation in the Subpolar Urals. Bismuth is represented by small rounded grains (about 1  $\mu\text{m}$ ) that form chains in bornite. It has been suggested that its source could be greisenized rocks at the contacts of the parent rocks of the Parnuk complex and granites of the Salner-Mankhambov complex.

*Keywords: native bismuth, bornite, gravelite, Lower Ordovician, Subpolar Urals.*

**А.А. Обмелюхин**

Пермский государственный национальный  
исследовательский университет

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЕЙШИХ МЕТОДОВ РАЗВЕДКИ МЕСТНОСТИ В ПОИСКОВОЙ ГЕОЛОГИИ

Объектом исследования являются новейшие методы разведки местности, в частности использование БПЛА (Беспилотный летательный аппарат) в Хабаровском крае на геохимической съемке. Методика работы включала в себя: крупномасштабную аэросъемку с помощью БПЛА, интерпретирование и сопоставление полученных фото и видео материалов с имеющимися картами и данными. На основании проведенного исследования сделаны выводы о рациональности использования разведки БПЛА в геологии. Актуальность использования разведки с помощью БПЛА в поисковой геологии высока, так как идет постоянное развитие данной техники, эта техника открывает новые возможности в разведке.

*Ключевые слова: БПЛА, разведка дроном, геохимическая съемка, Хабаровский край.*

**DOI: 10.17072/chirvinsky.2023.192**

В Хабаровском крае на объектах Нижнеамурской площади выполнялись поисковые работы путем геохимической съемки вторичных ореолов рассеяния на выявление месторождения медно-порфирового типа [1]. Геоморфология района работ была достаточно сложной для пешего опробования, перепады высот составляли до 1000 м на небольших расстояниях, курумники на склонах, временные и постоянные водотоки, болотистые участки, высокая плотность деревьев, а также завалы и пожарища, заросли кедрового стланика.

Вышеперечисленные трудности сильно осложняли работы по геохимической съемке, маршрутные пары застревали в сложном рельефе, не могли найти брод временного водотока, поиск мест для выкидного лагеря производился пешими маршрутами, нахождение существующих дорог и построек было случайным.

Для решения этих трудностей мы использовали разведку местности с помощью БПЛА – небольшого квадрокоптера оборудованного высококачественной камерой для фото и видео съемки, также он обладал крайне полезной функцией FPV - First Person View (сокр. FPV) — вид от первого лица, позволяющей транслировать изображение с БПЛА на

экран телефона оператора, что позволяет изучать рельеф в режиме реального времени. Беспилотные летательные аппараты в последние годы активно внедряются при проведении различных геологических работ [2].

Используя БПЛА как разведчика ландшафта и геоморфологии, мы значительно упростили нижеперечисленные сложные моменты.

Определение временных и постоянных водотоков на расстоянии и поиски брода на них. Нахождение оптимальных маршрутов подхода. Мы могли оперативно редактировать маршруты подхода и отхода к профилю, на этом сэкономилось время на поиски пути маршрутной пары, что привело к увеличению продуктивности на профиле и повышению безопасности маршрутной пары.

Быстрое нахождение благоприятного места для выкидных и основных лагерей, что также сэкономило время, как на поиске места для лагеря, так и на удобстве подходов к профилям от лагеря. Можно сравнить фото вблизи лагеря с поверхности и фото лагеря с БПЛА, на этом примере наглядно показана разница в восприятии рельефа, ландшафта (рис. 1).



Рис. 1. Фото вблизи лагеря при съемке с поверхности (слева) и с БПЛА (справа)



Рис. 2. Фото с БПЛА с высоты около 40 м (слева) и с высоты около 500 м (справа)

Нахождение старых дорог и построек с помощью БПЛА стало систематичным, благодаря этому были найдены избы и охотничьи домики, которые мы использовали для выкидных лагерей, нахождение старых дорог помогало в логистике отряда, найденные дороги позволили сократить дорогу до ближайшего населенного пункта с 8 до 6 часов.

Поиск людей и техники в экстренных ситуациях, позволяет быстрее определить местоположение пострадавших людей и застрявшей или сломавшейся техники, что дает дополнительное время на организацию и подход помощи. На фотографиях хорошо видно технику и людей с высоты полета БПЛА (рис. 2).

В чисто геологической области можно использовать БПЛА для поиска выходов коренных тел, определения угла падения тел, макроизучения рельефа. Нами были обнаружены несколько крупных выходов коренных пород, которые заинтересовали заказчика работ.

Из результатов полевого использования БПЛА можно сделать вывод о том, что разведка с помощью БПЛА проявила себя отличным

помощником в различных ситуациях. БПЛА позволил сэкономить человеко-часы, тем самым повысил продуктивность и безопасность работ в маршрутах.

*Библиографический список*

1. *Ибламинов Р.Г.* Геология месторождений полезных ископаемых: учебное пособие. Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2019. 232 с.
2. *Zimmerer, Matthew*, New Mexico Earth Matters, v.18, n.1, pp.1-6 Drones for the Geosciences, 2018.

USING THE LATEST TERRAIN EXPLORATION METHODS IN  
EXPLORATION GEOLOGY

**A.A. Obmelyuhin**

*Obmelyuhin.geo@mail.ru*

The object of the study is the latest methods of reconnaissance, in particular the use of UAVs (Unmanned Aerial Vehicle) in the Khabarovsk Territory for geochemical surveys. The work methodology included: large-scale aerial photography using UAVs, interpretation and comparison of the obtained photo and video materials with available maps and data. Based on the study, conclusions were drawn about the rationality of using UAV reconnaissance in geology.

*Keywords: UAV, drone reconnaissance, geochemical survey, Khabarovsk Territory.*