

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ОРДЕНА ЛЕНИНА И ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ  
ИНСТИТУТ ГЕОХИМИИ И АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ им. В.И. ВЕРНАДСКОГО РОССИЙСКОЙ  
АКАДЕМИИ НАУК (ГЕОХИ РАН)

Российская Федерация, 119991, г. Москва, ул. Косыгина, дом 19  
Для телеграмм: Москва, В-334, ГЕОХИ РАН. Телефон: (499) 137 14 84.  
Телефакс: (495) 938 20 54. Эл. почта: geokhi.ras@relcom.ru

Исх. № 13110-В-22-257/71

" 10 " 02 2022 г.

Федеральное государственное бюджетное  
учреждение науки Институт геологии и  
минералогии им. В.С. Соболева Сибирского  
отделения РАН (ИГМ СО РАН). 630090, г.  
Новосибирск, просп. Коптюга, д. 3

### ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации Малича Крешимира Ненадовича  
«Комплексные платинометалльные месторождения Полярной Сибири (состав,  
источники вещества и условия образования)»,  
представленную на соискание ученой степени  
доктора геолого-минералогических наук  
по специальности 1.6.10 – Геология, поиски и разведка  
твердых полезных ископаемых; минерагения.**

В автореферате диссертации Малича Крешимира Ненадовича представлены основные результаты многолетних геологических, геохимических и минералогических исследований крупнейших месторождений благороднометалльных руд Полярной Сибири. В основе диссертации лежит накопленный автором за более чем 30 лет фактический материал по металлогении платинометалльных месторождений Норильской, Маймеча-Котуйской и Таймырской магматическим провинциям. Геохронологические, изотопные, прецизионные минералогические исследования проводились в ведущих лабораториях России и Мира (Австралия, Австрия, Германия, Финляндия, ЮАР) с применением современных методов. Достоверность полученных результатов и выводов подкреплена многочисленными публикациями (около 190 работ) и отражена в 8 монографиях. Стоит отметить большой вклад автора в геологию Полярной Сибири, проводившем на данной территории картографические и поисково-оценочные работы в течение многолетних полевых работ. Представленная работа Малича К.Н. выполнена при поддержке госбюджетного и договорного финансирования, в том числе зарубежных грантов, что подтверждает их высокий уровень и значимость для науки России.

Автором проведено сопоставление трех провинций в едином методологическом ключе, выделены геологические, петрологические и геохимические признаки, которые

позволили по-новому взглянуть на проблему рудоносности огромного региона Полярной Сибири. Полученные результаты представляют большое практическое значение для перспектив добычи благородных металлов на территории страны.

Главным достижением исследования сульфидных PGE-Cu-Ni месторождений Норильской и Таймырской провинций является определение взаимосвязи рудоносности ультрамафит-мафитовых интрузий с их геолого-структурным положением, длительностью формирования и характером мантийно-корового взаимодействия, которое определялось по изотопно-геохимическим данным, полученным при изучении Re-Os, S, Cu, Lu-Hf, Sm-Nd, Rb-Sr и O систем. Такой подход позволил выделить различные геолого-экономические типы рудоносности интрузивов, обосновать их с генетической точки зрения, предложив трехстадийную модель формирования богатых PGE-Cu-Ni руд с последовательным отделением обогащенного сульфидным веществом ультраосновного расплава, продвижением его в область коры, при непрерывном изменении состава в промежуточных камерах и концентрированием сульфидного вещества.

Другой значимый результат был получен благодаря детальным петрографическим и минералогическим исследованиям вещественного состава ультраосновных комплексов Маймеча-Котуйской провинции и связанных с ними россыпных благороднометалльных месторождений. На представительном каменном материале с большой детальностью были опробованы и исследованы россыпные месторождения провинции, впервые охарактеризованы Ru-Os-Ir-Pt фазы. Прослежена связь платиноидов россыпей с дунитами, хромититами и оливинитами Гулинского массива, а также установлено их сходство с Os-Ir и Pt-Fe минерализацией россыпей Бор-Уряхского массива. Показано, что специализация россыпей провинции на тугоплавкие металлы подобна установленной для платиноносных ультраосновных комплексов Алдана и Урала. Геологические, петрологические и металлогенические характеристики ультраосновных пород Гулинского массива позволили автору обосновать их обособленное образование в отношении к ийолит-карбонатитовому комплексу, территориально расположенному в пределах массива. Геохронологические исследования уран-свинцовых систем циркониевых и ториевых минералов карбонатитов Гулинского массива и платиноносных ультраосновных Дюмталейской и Бинюдинской интрузий Таймырской провинции доказали, что они формировались синхронно с толеит-базальтовым магматизмом Сибирской платформы - крупнейшего магматического события плюм-литосферного взаимодействия на планете.

Полученные новые данные для платиноносных интрузий Норильской, Таймырской и Маймеча-Котуйской провинций позволили автору убедительно доказать фундаментальность геологического и геохимического подхода к определению общих

характеристик благороднометальной провинции Полярной Сибири и спрогнозировать новые месторождения на ее территории.

Представленная диссертация является крупной научной работой, актуальность которой не вызывает сомнений. Изотопные и геохронологические исследования проведены на высоком научном уровне. Выделенный новый изотопно-геохимический критерий, определяющий по соотношению состава изотопов серы, осмия и меди степень обогащения благородными металлами сульфидных руд ультрамафит-мафитовых интрузий Норильской провинции является обоснованным и инновационным для геологических наук. Диссертация содержит обширный эмпирический материал для дальнейших генетических исследований платиноносных месторождений Полярной Сибири, что является актуальным в научном и практическом смысле.

Несмотря на все достоинства работы, в тексте автореферата отмечаются некоторые неточности. Например, утверждается, что источником платиноносных россыпей для Гулинского массива является дунит-хромит-пироксенитовый комплекс, который не связан с ийолит-карбонатитовой интрузией. В тоже время в разрезе пород интрузии присутствуют клинопироксениты (в т.ч. косьвиты), которые наравне с породами карбонатитовой серии могли бы быть одним из источников россыпей. Известно, что в карбонатитовых комплексах центрального типа, например, Палаборе и Ковдоре Pt-Au-Ag минерализация формируется в борнит-халькопиритовых ассоциациях этих пород. Показано, что температуры кристаллизации таких ассоциаций не достигают значений 1000 °С и не могут претендовать на полное сходство с ассоциациями Гулинских россыпей, но их первично магматический ультраосновной источник является наиболее вероятным (Сорохтина и др., 2021). Благороднометальная минерализация, выявленная в Ковдорских карбонатитах по своему составу и последовательности кристаллизации фаз близка к низкотемпературным ассоциациям Норильских интрузий. По-видимому, для Гулинского массива вероятно не стоит отказываться от ийолит-карбонатитового комплекса как от одного из возможных источников Au и Pt фаз в россыпях.

Другая неточность в описании последовательности кристаллизации циркониевых и ториевых фаз в Гулинском массиве. В фоскоритах и кальцитовых карбонатитах этого массива прослеживается эволюционная смена перовскит-кальциртит-бадделеитовой ассоциации на пироклор-цирконолит-торианитовую, в которой торианит как ранний минерал кристаллизуется близко-одновременно с пироклором (Когарко и др., 2013). В интрузиях центрального типа бадделеит действительно является наиболее ранним оксидом Zr недосыщенных кремнезёмом карбонатитовых расплавов, но циркон образуется исключительно на поздних низкотемпературных гидротермальных стадиях,

благодаря увеличению фугитивности кислорода и повышению активности кремния. Поэтому, в Гулинских карбонатитах, торианит образуется позже бадделейта, но в единой с ним ассоциации, а циркон в случае его обнаружения будет кристаллизоваться позже.

Последнее замечание относится к иллюстративному материалу, характеризующему изотопные источники пород ультрамафит-мафитовых интрузий Норильской и Таймырской провинции. В работе большой объем текста занимают данные, полученные при изучении Rb-Sr и Sm-Nd систем, которые участвуют в обсуждении и обосновании модели образования интрузий. Для убедительности текстового материала хотелось бы видеть графический материал с обобщенными изотопными данными, который возможно присутствует в самой диссертации.

Эти замечания не противоречат полученным в диссертации выводам, и вероятнее всего находят свое отражение в более полном тексте диссертационной работы. Приведенные в автореферате 5 защищаемых положений, полностью отражают содержание работы, их обоснованность не вызывает сомнений и может быть принятой. Объем изученного материала, постановка проблемы, полученные результаты соответствуют требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям. Диссертация содержит 269 страниц, состоит из введения, 8 глав и заключения, включает 28 таблицы и 90 рисунков. В ходе проведенных исследований использован достаточный литературный материал (552 наименования). Автореферат написан в соответствии с требованиями и отвечает диссертационной работе, содержание работы полностью отражено в публикациях.

Малич Крешимир Ненадович заслуживает присуждения ему ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности – 1.6.10 – Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых; минерагения.

Кандидат геолого-минералогических наук,  
старший научный сотрудник лаборатории  
геохимии и рудоносности  
щелочного магматизма ГЕОХИ РАН  
10.02.2022

*Сорохтина*

Сорохтина Наталья Владиславовна



Подпись  
Сорохтиной Натальи Владиславовны  
Сек. учета с.о.  
Канцелярия ГЕОХИ РАН