

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 003.067.03 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ
ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ И МИНЕРАЛОГИИ ИМ. В.С. СОБОЛЕВА СИБИРСКОГО
ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 30 июня 2021 г. № 03/6

О присуждении Никифорову Андрею Александровичу, гражданство Российская Федерация, ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

Диссертация **«Минеральные ассоциации и зоны ЭПГ – хромитового оруденения ультрабазитового массива Падос-Тундра (Кольский полуостров)»** по специальностям 25.00.11 - геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения; 25.00.04 - петрология, вулканология принята к защите 26 апреля 2021 г. протокол № 03/4 диссертационном советом Д. 003.067.03 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук (630090, г. Новосибирск, проспект академика Коптюга, 3), приказ № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Никифоров Андрей Александрович, 1990 года рождения, в 2016 году окончил магистратуру Федерального государственного бюджетного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет» г. Воронеж по направлению «геология». Работает младшим научным сотрудником лаборатории промышленной и рудной минералогии в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования (ФБГУ) Череповецкий государственный университет.

Диссертация выполнена в лаборатории промышленной и рудной минералогии в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Череповецкий государственный университет».

Научные руководители – Барков Андрей Юрьевич, доктор геолого-минералогических наук, заведующий научной лабораторией «Промышленная и рудная минералогия» ФБГУ Череповецкого государственного университета; **Толстых Надежда Дмитриевна**, доктор геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник ФБГУ Института геологии и минералогии СО РАН

Официальные оппоненты: Макеев Александр Борисович, доктор геолого-минералогических наук по специальности 25.00.05 – «минералогия, кристаллография», ведущий научный сотрудник лаборатории геологии рудных месторождений Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук (ИГЕМ РАН) (119017, г. Москва, Старомонетный пер., д. 35); **Орсоев Дмитрий Анатольевич**, кандидат геолого-минералогических наук по специальности 04.00.20 «минералогия, кристаллография», старший научный сотрудник лаборатории геодинамики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Геологического института Сибирского отделения Российской академии наук (670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6а) дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», г. Томск в своем положительном заключении, подписанным Чернышовым Алексеем Ивановичем, профессором, доктором геолого-минералогических наук (25.00.04 – петрология, вулканология), заведующим кафедрой петрографии Национального исследовательского Томского государственного университета и Бетхер Ольгой Васильевной, кандидатом геолого-минералогических наук 25.00.04 – петрология, вулканология), доцентом кафедры петрографии Национального исследовательского Томского государственного университета. Отмечено, что диссертационная работа А.А. Никифорова содержит решение задачи установления условий и факторов петро- и рудогенеза, и познания закономерностей кристаллизации ультрабазитовых массивов и связанного с ними хромового и платинометалльного оруденения на примере массива Падос-Тундра Серпентинитового пояса Кольского полуострова и удовлетворяет соответствующим требованиям ВАК для присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

Соискатель А.А. Никифоров имеет 12 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 7 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях:

1. Барков А.Ю., Мартин Р.Ф., Изох А.Э., **Никифоров А.А.**, Корольюк В.Н. Гипермагнезиальный оливин в расслоенных массивах Мончеплутон (F₀₉₆) и Падос-Тундра (F₀₉₃), Кольский полуостров // Геология и геофизика, 2021, т.62, № 3, с. 403-421.
2. Barkov A.Y., **Nikiforov A.A.**, Barkova L.P., Korolyuk V.N., Martin R.F. Zones of PGE–chromite mineralization in relation to crystallization of the Pados-Tundra ultramafic complex, Serpentine Belt, Kola Peninsula, Russia // Minerals, 2021, v. 11(1). 68 (32 pp.).
3. Barkov A.Y., **Nikiforov A.A.**, Martin R.F. The structure and cryptic layering of the Pados-Tundra ultramafic complex, Serpentine belt, Kola Peninsula, Russia // Bull. Geol. Soc. Fin., 2017, v. 89, p. 35-56.
4. Barkov A.Y., **Nikiforov A.A.**, Tolstykh N.D., Shvedov G.I., Korolyuk V.N. Compounds of Ru-Se-S, alloys of Os-Ir, framboidal Ru nanophases and laurite-clinochlore intergrowths in the Pados-Tundra complex, Kola Peninsula, Russia // Eur. J. Mineral, 2017, v. 29(4), p. 613-622.
5. Barkov A.Y., **Nikiforov A.A.**, Korolyuk V.N., Barkova L.P., Martin R.F. Anomalous chromite–ilmenite parageneses in the Chapesvara and Lyavaraka ultramafic complexes, Kola Peninsula, Russia // Period. di Mineral., 2020, v. 89, p. 299-317.
6. Barkov A.Y., **Nikiforov A.A.**, Halkoaho, T.A.A., Konnunaho J.P. The origin of spheroidal patterns of weathering in the Pados-Tundra mafic-ultramafic complex, Kola Peninsula, Russia // Bull. Geol. Soc. Fin., 2016, v. 88, p. 105-113.
7. Barkov A.Y., **Nikiforov A.A.**, Martin R.F. A novel mechanism of spheroidal weathering: a case study from the Monchepluton layered complex, Kola Peninsula, Russia // Bull. Geol. Soc. Fin., 2015, v. 87, p. 79-85.

Тезисы совещаний:

8. **Никифоров А.А.** Ассоциации и тренды кристаллизации хромшпинелидов в комплексе Падос-Тундра, Кольский пов // Актуальные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии. Материалы ХХІХ молодежной научной школы-конференции памяти чл.-корр. АН СССР К.О. Кратца и ак. РАН Ф.П. Митрофанова, Петрозаводск, изд-во Карельского НЦ РАН, 2018, с. 76-79.
9. **Никифоров А.А.** Нетрадиционная ассоциация минералов ЭПГ в массиве Падос-Тундра, Кольский по-в // «Новое в познании процессов рудообразования». Сборник материалов Седьмой Российской молодёжной научно-практической школы, Москва, 2017, с. 230.

На диссертацию и автореферат поступило 15 отзывов (все положительные, из них 4 без замечаний) от: 1) **Серова П.А.**, к.г.-м.н., старшего научного сотрудника Геологического института ФИЦ «Кольский научный центр РАН»; 2) **Кислова Е.В.**, к.г.-м.н., заведующего лабораторией геохимии и рудообразующих процессов Геологического института СО РАН; 3) **Толстова А.В.**, д.г.-м.н., директора Научно-исследовательского геологического предприятия Акционерной компании «АЛРОСА»; 4) **Савко К.А.**, д.г.-м.н., профессора, заведующего кафедрой полезных ископаемых и недропользования Воронежского государственного университета; 5) **Никулина И.И.**, чл.-корр. РАН, д.г.-м.н., старшего менеджера по развитию геологоразведочных работ ООО «Норникель Технические Сервисы»; 6) **Малича К.Н.**, к.г.-м.н., ведущего научного сотрудника Института геологии и геохимии им. А.Н. Заварицкого УрО РАН; 7) **Савельева Д.Е.**, д.г.-м.н., главного научного сотрудника Института геологии Уфимского ФИЦ РАН; 8) **Шайбекова Р.И.**, к.г.-м.н., старшего научного сотрудника лаборатории минералогии Института геологии имени академика Н.П. Юшкина ФИЦ Коми НЦ УрО РАН; 9) **Смолькина В.Ф.**, д.г.-м.н., ведущего научного сотрудника Государственного геологического музея им. В.И. Вернадского РАН; 10) **Якич Т.Ю.**, к.г.-м.н., доцента отделения геологии Инженерной школы природных ресурсов ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»; 11) **Округина А.В.**, д.г.-м.н., главного научного сотрудника Института геологии алмаза и благородных металлов СО РАН; 12) **Мехоношина А.С.**, к.г.-м.н., старшего научного сотрудника Института геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН; 13) **Степанова С.Ю.**, к.г.-м.н., ведущего инженера отдела петрологии Всероссийского геологического института им. А.П. Карпинского; 14) **Баяновой Т.Б.**, д.г.-м.н., заведующей лабораторией геохронологии и изотопии ФИЦ Геологического института «Кольский научный центр РАН»; 15) **Служеникина С.Ф.**, к.г.-м.н., старшего научного сотрудника Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук. В отзывах отмечается высокий уровень и новизна выполненных исследований, ясность изложения материала, аргументированность сделанных выводов.

Основные замечания и комментарии касаются: 1) не полного соответствия хромшпинелидов массива Падос-Тундра типичным для расслоенных интрузий и низкого содержания хрома в исходном расплаве для формирования руд (Кислов Е.В.) 2) использования термина «неназванные фазы» для минералов платиновой группы (МПГ) (Малич К.Н.) 3) интерпретации данных по текстурным взаимоотношениям лаурита и клинохлора, локализации МПГ в виде микровключений в хромшпинелидах

и последовательности формирования МПГ, хромшпинелидов и низкотемпературных силикатов (Шайбеков Р.И., Округин А.В., Степанов С.Ю.) 4) тектонических деформаций как причины линзовидной формы стратиформных рудных горизонтов, возможной связи эволюции состава хромшпинелидов с постмагматическими процессами и дискуссионности вопроса о коматиитовой природе первичной магмы (Смолькин В.Ф.) 5) целесообразности использования диаграмм с валовым содержанием Cr_2O_3 в хромитонесных породах и причин различия состава хромшпинелидов дунитовой и ортопироксенитовой зон (Савельев Д.Е.); 6) корректности использования термина «нанофаза» (Степанов С.Ю.) и названия типа оруденения (Мехоношин А.С.) 7) четкости изложения информации о строении массива Падос-Тундра (Толстов А.В.).

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что Макеев А.Б. и Орсоев Д.А. являются высококвалифицированными специалистами в области минералогии и генезиса минералов ЭПГ и петрологии базит/ультрабазитовых, в том числе расслоенных интрузий. Оппоненты имеют целый ряд публикаций в соответствующей диссертационной работе сфере исследований и способны объективно оценить данную работу.

Выбор ведущей организации (ФГАОУВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет»), обосновывается тем, что она имеет структурные подразделения, направление научно-исследовательской деятельности которых соответствует тематике диссертации (кафедра петрографии). Специалисты кафедры могут объективно и аргументированно оценить научную и практическую значимость диссертационной работы.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований: **разработан** вариант модели формирования ультрабазитов массива Падос-Тундра и ассоциирующих с ними хромитов и платинометальной минерализации, **предложена** идея о высокой магнезиальности исходной магмы коматиитового состава, **установлены** тренды фракционирования исходного расплава с закономерной сменой состава порообразующих минералов и хромитовой минерализации, **доказана** потенциальная продуктивность глубинных уровней и приконтактных частей Дунитовой зоны массива на хромитовое и сопутствующее платинометалльное оруденение, **введены** представления об генезисе сульфоселенидов рутения и ассоциации лаурита и клинохлора.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что доказаны следующие положения:

1. Массив Падос-Тундра характеризуется скрытой расслоенностью и закономерными трендами кристаллизации Ol, Орх и Chr, на основе которых выявлено, что Дунитовый блок с зонами стратиформных и подиформных хромитов и ассоциирующими проявлениями Ru-Os-Ir минерализации формировался прежде кумулатов Ортопироксенитовой зоны и занимает нижнюю стратиграфическую позицию в геологической структуре расслоенного интрузива.

2. Общий тренд составов от магнезиохромита к «феррихромиту» обусловлен эволюцией последовательно сменяющих друг друга парагенетических ассоциаций от стратиформного хромитового оруденения в Дунитовом блоке к хромитовым сегрегациям в нем же, и далее к аксессуарной хромитовой вкрапленности в Ортопироксенитовой зоне,

что согласуется с эволюцией состава оливина и ортопироксена при фракционировании исходного расплава во время формирования массива Падос-Тундра.

3. Платинометалльная минерализация в хромититах Дунитового блока массива Падос-Тундра имеет Ru-Os-Ir специализацию с рядом контрастных и нетрадиционных особенностей, включающих преобладание микросрастаний лаурита и клинохлора, развитие сульфоселенидов и фрамбоидальных нанофаз рутения. Она формировалась в изолированных микрообъёмах водосодержащего флюида мультикомпонентного состава (Si, Ru, Os, Ir, S, H₂O) на поздней стадии кристаллизации рудовмещающих хромититов в условиях резкого дефицита серы при значениях fS₂ ниже буфера Os–OsS₂.

Применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс современных методов. Химические составы минералов различных парагенезисов и ассоциаций изучены методом электронно-микронного анализа, а также сканирующей электронной микроскопии и энерго-дисперсионного анализа. В общей сложности, диссертантом получено, обработано и отражено в работе более **тысячи** микронных определений химических составов различных минералов и в работе использованы петрогеохимические данные автора, включающие вариации содержаний основных петрогенных, рудогенных и редких элементов в представительных пробах пород (суммарно около **200**), выполненные методами рентгенофлуоресцентной спектроскопии (РФА) и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС) в «Аналитическом центре многоэлементных и изотопных исследований», ИГМ СО РАН, г. Новосибирск. Измерения РФА проводились на рентгенофлуоресцентном спектрометре ARL-9900XP (Thermo Fisher Scientific Ltd). Результаты ИСП-МС получены на масс-спектрометре высокого разрешения ELEMENT (Finnigan MAT). Методологические основы и детали выполняемых процедур приведены в работах [Nikolaeva et al., 2008; Карманова, Карманов, 2011; Николаева и др., 2012].

В диссертационной работе **изложены** новые данные по вещественному и минеральному составу ультраосновного массива Падос-Тундра, **раскрыты** особенности его геологической структуры; **изучены** парагенезисы и тренды кристаллизации хромшпинелидов, оливина и ортопироксена, **проведено** сопоставление хромшпинелидов массива Падос-Тундра и хромитовых расслоенных интрузий Фенноскандинавского щита.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что: открыто первое проявление минералов ЭПГ в массиве Падос-Тундра и сульфоселенидов рутения на Кольском полуострове, **определены структурно-вещественные** особенности зон продуктивных на хромитовые и платиновые руды, **обнаружены** минералы элементов группы платины в массиве Падос-Тундра, указывающие на платиноносность этого и других массивов Серпентинитового пояса в отношении хрома и платиновых металлов иридиевой подгруппы, **представлены** критерии выделения зоны продуктивной на хромитовые руды.

Оценка достоверности результатов исследования выявила: результаты работ достоверны и получены на современном оборудовании для минералого-геохимических исследований. Электронно-микронные анализы выполнены методом волновой спектроскопии. Минералы элементов группы платины и ЭПГ-содержащие фазы изучались методом электронно-сканирующей микроскопии (СЭМ) и энерго-

дисперсивного анализа (ЭДС). Анализы химических составов пород на широкий спектр петрогенных и редких элементов выполнялись методами масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС) и рентгено-флуоресцентного анализа (РФА) в Аналитическом центре многоэлементных и изотопных исследований ИГМ СО РАН, г. Новосибирск.

Теория построена на основе интерпретации результатов, полученных в ходе исследования геологического строения и минералого-геохимических характеристик массива Падос-Тундра. **Идеи диссертации базируются** на моделях и представлениях о петро- и рудогенезе ультрамафитов и закономерностях кристаллизации высокомагнезиальных расплавов [Sun et al., 1978; Arndt 1986, 2003; Шарков, 1980, 2006; Naldrett et al., 2009, 2012; Robin-Popieul et al., 2012; Yudovskaya et al., 2015]. Для сравнительной характеристики **использованы** данные по ультрамафитовым комплексам Фенноскандинавского щита [Лавров и др., 1987; Чащин и др., 1999; Alapieti, Huhtelin, 2005; Sharkov E.V., Chistyakov, 2012].

Установлено, что полученные соискателем результаты согласуются и дополняют данные предшественников о геологическом строении и оруденении массива Падос-Тундра Серпентинитового пояса Кольского полуострова [Мурашов, 1958; Виноградов, 1971; Мамонтов, Докучаева, 2005; Serov et al., 2020] и являются научно обоснованными и аргументированными.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии в экспедиционных исследованиях и детальном опробовании массива Падос-Тундра и сопутствующих ему высокомагнезиальных субвулканических пород, обработке и интерпретации полученных геолого-петрографических и минералого-геохимических данных, изложении совместно с соавторами результатов и выводов в виде статей, тезисов и докладов на научных конференциях.

На заседании 30.06.2021 г. диссертационный совет принял решение присудить Никифорову А.А. ученую степень кандидата геолого-минералогических наук.

При проведении открытого голосования диссертационный совет в количестве 18 человек (в том числе 1 член совета присутствовал интерактивно), из них присутствовавших на заседании 9 докторов наук по специальности 25.00.11 и 9 докторов наук по специальности 25.00.04, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 18, против – 0.

Председатель
диссертационного совета,
Д.Г.-М.Н.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
Д.Г.-М.Н.



А.Э. Изох

О.М. Туркина