

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.050.01 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 ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 2 марта 2022 г. № 03/3

О присуждении **Маличу Крешимиру Ненадовичу**, гражданину РФ, ученой степени доктора геолого-минералогических наук.

Диссертация **«Комплексные платинометалльные месторождения Полярной Сибири (состав, источники вещества и условия образования)»** по специальности **1.6.10 – «геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых; минерагения»**, принята к защите 29 ноября 2021 г., протокол № 03/13 диссертационным советом 24.1.050.01 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, д. 3), приказ МИНОБРНАУКИ России № 118 от 24.02.2021 г.

Соискатель **Малич Крешимир Ненадович** 1963 года рождения в 1985 году окончил Ленинградский горный институт по специальности «Геологическая съёмка и поиски месторождений полезных ископаемых» и получил квалификацию «Горный инженер-геолог». В 1990 г. защитил диссертацию «Минералого-геохимические критерии платиноносности ультрабазитов Кондёрского массива» по специальности 04.00.20 «Минералогия» на соискание учёной степени кандидата геолого-минералогических наук (решение Совета при Ленинградском горном институте им. Г.В. Плеханова от 4 июня 1990 г., протокол № 5, диплом кандидата наук ГМ № 007318 от 21 ноября 1990 г.).

Соискатель работает ведущим научным сотрудником в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте геологии и геохимии им. академика А.Н. Заварицкого Уральского отделения Российской академии наук.

Диссертационная работа начата в Ленинградском Горном институте (ЛГИ, 1983-1993 гг.), продолжена во Всероссийском научно-исследовательском институте геологии и минеральных ресурсов Мирового океана (ВНИИ Океангеология, 1994-2000 гг.), Горном Университете Леобена, Австрия (2000-2004), Всероссийском научно-исследовательском геологическом институте им. А.П. Карпинского (ВСЕГЕИ, 1985-1986, 2005-2011 гг.) и завершена в лаборатории геохимии и рудообразующих процессов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геологии и геохимии им. академика А.Н. Заварицкого Уральского отделения Российской академии наук (2011-2022 гг.).

Научный консультант – академик РАН, доктор геолого-минералогических наук, профессор **Когарко Лия Николаевна** работает в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Ордена Ленина и Ордена Октябрьской Революции Институте геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского Российской академии наук в должности заведующего лабораторией геохимии и рудоносности щелочного магматизма.

Официальные оппоненты: 1) **Арискин Алексей Алексеевич**, доктор геолого-минералогических наук, профессор геологического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования

«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», 2) **Горячев Николай Анатольевич**, член-корреспондент РАН, доктор геолого-минералогических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории петрологии, изотопной геохимии и рудообразования Федерального государственного бюджетного учреждения науки Северо-Восточного комплексного научно-исследовательского института им. А.Н. Шило Дальневосточного отделения Российской академии наук, 3) **Масленников Валерий Владимирович**, член-корреспондент РАН, доктор геолого-минералогических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории минералогии рудогенеза Федерального государственного бюджетного учреждения науки Южно-Уральского федерального научного центра минералогии и геоэкологии Уральского отделения Российской академии наук **дали положительные отзывы на диссертацию.**

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии, и геохимии Российской академии наук, г. Москва, **в своем положительном заключении**, подписанном **Прокофьевым Всеволодом Юрьевичем**, доктором геолого-минералогических наук, заведующим лабораторией геохимии и **Шарковым Евгением Витальевичем**, доктором геолого-минералогических наук, ведущим научным сотрудником лаборатории петрологии, указала, что представленная работа направлена на решение фундаментальной проблемы происхождения комплексных платинометалльных месторождений Полярной Сибири и квалифицировала диссертацию как **научное достижение в области теории магматического рудообразования**, которое вносит значительный вклад в определение стратегии поисков и разведки этого вида минерального сырья.

Соискатель имеет 350 публикаций, в том числе 190 по теме диссертации, включая 3 монографии, 5 глав в монографиях, 1 геологическую карту и 56 статей в рецензируемых научных журналах. Все статьи по теме диссертации опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК, а также индексируются в наукометрических базах Web of Science и Scopus.

Наиболее важные работы, опубликованные по теме диссертации.

Монографии

1. **Малич К.Н.**, Баданина И.Ю., Туганова Е.В. Рудоносные ультрамафит-мафитовые интрузивы Полярной Сибири: возраст, условия образования, критерии прогноза. Екатеринбург, ИГГ УрО РАН, 2018. 287 с.

2. **Малич К.Н.** Платиноиды клинопироксенит-дунитовых массивов Восточной Сибири (геохимия, минералогия, генезис). С-Пб.: Санкт-Петербургская картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 1999. 296 с.

3. Лазаренков В.Г., **Малич К.Н.**, Сахьянов Л.О. Платинометалльная минерализация зональных ультраосновных и коматиитовых массивов. С-Пб.: Недра, 1992. 217 с.

Главы в монографиях, геологические карты

1. **Malitch K.N.**, Belousova E.A., Griffin W.L., Badanina I.Yu., Latypov R.M., Sluzhenikin S.F. Chapter 7 – New insights on the origin of ultramafic-mafic intrusions and associated Ni-Cu-PGE sulfide deposits of the Noril'sk and Taimyr provinces, Russia: evidence from radiogenic and stable isotope data / Processes and Ore Deposits of Ultramafic-Mafic Magmas Through Space and Time (Mondal S., Griffin W.L. eds.). 1st Edition, Elsevier Inc. 2018. P. 197–238.

2. Митрофанов Ф.П., Баянова Т.Б., Корчагин А.У., **Малич К.Н.**, Жиров Д.В. Глава 5. Восточно-Скандинавская и Норильская плюмовые базитовые обширные изверженные провинции Pt-Pd руд: геологическое и металлогеническое сопоставление / Фундаментальные основы формирования ресурсной базы стратегического сырья (Au, Ag, Pt, Cu, редкие элементы и металлы). М.: Геос, 2012. С.

3. Cawthorn R.G., Barnes S.J., Ballhaus C., **Malitch K.N.** Platinum-group element, chromium and vanadium deposits in mafic and ultramafic rocks / *Economic Geology* 100th Anniversary Volume. 2005. P. 215–249.

4. Геологическая карта Сибирской платформы и прилегающих территорий масштаба 1:1500 000 (Гл. редактор Малич Н.С., зам. гл. редактора Туганова Е.В., Миронюк Е.П.). Санкт-Петербург: Санкт-Петербургская картографическая фабрика ВСЕГЕИ. 2000. (Авторы: Малич Н.С., Туганова Е.В., Миронюк Е.П., Авдеева В.И., Алексеев С.П., Анохин В.М., Беззубцев В.В., Глухов Ю.С., Гриненко В.С., Гринсон А.С., Гришин М.П., Дараган-Суцов Ю.И., Егоров В.Н., Камалетдинов В.А., Ковригина Е.К., Кропачев А.П., Лазуркин Д.В., Лотышев В.И., Магнушевский Э.Л., **Малич К.Н.**, Межвилк А.А., Михайлов М.В., Мусатов Е.Е., Никулов Л.П., Пояркова И.Н., Перевалов О.В., Ржевский В.Ф., Садовников Г.Н., Сезько А.И., Семериков А.А., Симонов О.Н., Сластенов Ю.Л., Спектор В.В., Старников А.И., Стрельников С.И., Тимашков А.Н., Чернышев Н.М., Яшин Д.С.).

5. **Малич К.Н.**, Лопатин Г.Г., Симонов О.Н. Новый российский высокоперспективный источник осмия / Крупные и уникальные месторождения редких и благородных металлов (Марин Ю.Б. отв. ред.). С-Пб.: изд. СПбГИ, 1998а. С. 257–270.

Статьи в рецензируемых журналах

1. **Malitch K.N.** Forecasting criteria for sulphide PGE-copper-nickel deposits of the Noril'sk province / *Lithosphere (Russia)*. 2021. V. 21. № 5. P. 660–682.

2. **Малич К.Н.**, Лохов Д.К., Проскурнин В.Ф., Пучков В.Н., Баданина И.Ю., Червяковская М.А. Изотопные системы U-Pb и Lu-Hf в цирконе и Sm-Nd в породах рудоносного Дюмталейского интрузива (Таймыр, Россия): новые свидетельства о роли деплетированной мантии в его образовании / *Доклады Российской академии наук. Науки о Земле*. 2020. Т. 492. № 1. С. 71–75.

3. Служеникин С.Ф., **Малич К.Н.**, Туровцев Д.М., Григорьева А.В., Баданина И.Ю. Зубовский тип дифференцированных базит-гипербазитовых интрузивов Норильского района: петрогеохимические характеристики и рудоносность / *Петрология*. 2020. Т. 28. № 5. С. 511–544.

4. Barnes S.J., **Malitch K.N.**, Yudovskaya M.A. Introduction to the Special Issue on the Noril'sk-Talnakh Ni-Cu-PGE deposits / *Economic Geology*. 2020. V. 115. № 6. P. 1157–1172.

5. **Malitch K.N.**, Belousova E.A., Griffin W.L., Martin L., Badanina I.Yu., Sluzhenikin S.F. Oxygen-hafnium-neodymium isotope constraints on the origin of the Talnakh ultramafic-mafic intrusion (Noril'sk Province, Russia) / *Economic Geology*. 2020. V. 115. № 6. P. 1195–1212.

6. **Malitch K.N.**, Puchtel I.S., Belousova E.A., Badanina I.Yu. Contrasting platinum-group mineral assemblages of the Kondyor massif (Russia): Implications for the sources of HSE in zoned-type ultramafic massifs / *Lithos*. 2020. V. 376–377. 105800.

7. Баданина И.Ю., Белоусова Е.А., **Малич К.Н.**, Служеникин С.Ф. Изотопный состав кислорода цирконов промышленно-рудноносного Талнахского интрузива Норильской провинции: первые данные / *Доклады АН*. 2019. Т. 489. № 2. С. 170–173.

8. **Малич К.Н.**, Когарко Л.Н., Баданина И.Ю., Белоусова Е.А. Hf-Nd изотопная систематика карбонатитов Гулинского массива (Маймеча-Котуйская провинция, Россия) / *Доклады АН*. 2018. Т. 480. № 3. С. 322–326.

9. Служеникин С.Ф., **Малич К.Н.**, Григорьева А.В. Базит-гипербазитовые дифференцированные интрузивы круглогорского типа: петрология и рудоносность (Норильский район) / *Петрология*. 2018. Т. 26. № 3. С. 282–316.

10. **Малич К.Н.**, Хиллер В.В. Результаты химического датирования монацита Талнахского промышленно-рудноносного интрузива (Россия) / *Доклады АН*. 2017. Т.

11. **Malitch K.N.**, Belousova E.A., Griffin W.L., Badanina I.Yu., Knauf V.V., O'Reilly S.Y., Pearson N.J. Laurite and zircon from the Finero chromitites (Italy): new insights into evolution of the subcontinental mantle / *Ore Geology Reviews*. 2017. V. 90. P. 210-225.
12. **Малич К.Н.**, Баданина И.Ю., Романов А.П., Служеникин С.Ф. U-Pb возраст и Hf-Nd-Sr-S-Cu изотопная систематика Бинюдинского и Дюмталейского рудоносных интрузивов (Таймыр, Россия) / *Литосфера*. 2016. Т. 16. № 1. С. 107–128.
13. Badanina I.Yu., **Malitch K.N.**, Lord R.A., Belousova E.A., Meisel T.C. Closed-system behaviour of the Re-Os isotope system recorded in primary and secondary PGM assemblages: evidence from a mantle chromitite at Harold's Grave (Shetland ophiolite Complex, Scotland) / *Ore Geology Reviews*. 2016. V. 75. P. 174-185.
14. **Малич К.Н.**, Баданина И.Ю. Железо-платиновые сплавы хромититов Нижнетагильского и Кондёрского клинопироксенит-дунитовых массивов (Россия) / *Доклады АН*. 2015. Т. 462. № 6. С. 692-695.
15. **Малич К.Н.**, Хиллер В.В., Баданина И.Ю., Белоусова Е.А. Результаты датирования торианита и бадделеита карбонатитов Гулинского массива (Россия) / *Доклады АН*. 2015. Т. 464. № 4. 464-467.
16. Tessalina S.G., **Malitch K.N.**, Augé T., Puchkov V.N., Belousova E., McInnes B.I.A. Origin of the Nizhny Tagil clinopyroxenite-dunite massif (Uralian Platinum Belt, Russia): insights from PGE and Os isotope systematics / *Journal of Petrology*. 2015. V. 56. № 12. P. 2297-2318.
17. Баданина И.Ю., **Малич К.Н.**, Романов А.П. Изотопно-геохимические характеристики рудоносных ультрамафит-мафитовых интрузивов Западного Таймыра (Россия) / *Доклады АН*. 2014. Т. 458. № 3. С. 327–329.
18. **Malitch K.N.**, Latypov R.M., Badanina I.Y., Sluzhenikin S.F. Insights into ore genesis of Ni-Cu-PGE sulfide deposits of the Norilsk Province (Russia): evidence from copper and sulfur isotopes // *Lithos*. 2014. V. 204 P. 172–187.
19. **Малич К.Н.**, Сорохтина Н.В., Баданина И.Ю., Кононкова Н.Н. О коренных источниках благороднометаллических россыпей Гулинского массива (Полярная Сибирь): новые минералогические данные / *Доклады АН*. 2013. Т. 351. № 1. С. 87-90.
20. Митрофанов Ф.П., Баянова Т.Б., Корчагин А.У., Грошев Н.Ю., **Малич К.Н.**, Жиров Д.В., Митрофанов А.Ф. Восточно-Скандинавская и Норильская плюмовые базитовые обширные изверженные провинции Pt-Pd руд: геологическое и металлогеническое сопоставление / *Геология рудных месторождений*. 2013. Т. 55. № 5. С. 357–373.
21. **Malitch K.N.**, Belousova E.A., Griffin W.L., Badanina I.Yu. Hafnium-neodymium constraints on source heterogeneity of the economic ultramafic-mafic Noril'sk-1 intrusion (Russia) / *Lithos*. 2013. V. 164-167. P. 36-46.
22. **Малич К.Н.**, Баданина И.Ю., Белоусова Е.А., Туганова Е.В. U-Pb результаты датирования циркона и бадделеита ультрамафит-мафитового интрузива Норильск-1 (Россия) / *Геология и геофизика*. 2012. Т. 53. № 2. С. 163–172.
23. Merkle R.K.W., **Malitch K.N.**, Grasser P.P.H., Badanina I.Yu. Native osmium from the Guli Massif, Northern Siberia (Russia) / *Mineralogy and Petrology*. 2012. V. 104. № 1–2. P. 115–127.
24. **Малич К.Н.**, Баданина И.Ю., Костянов А.И. Начальный изотопный состав осмия Os-Ir-Ru сплавов ультраосновных массивов Полярной Сибири / *Доклады АН*. 2011. Т. 440. № 3. С. 397-402
25. **Малич К.Н.**, Ефимов А.А., Баданина И.Ю. Контрастные минеральные ассоциации платиноидов хромититов Нижне-Тагильского и Гулинского массивов (Россия): состав, источники вещества, возраст / *Доклады АН*. 2011. Т. 441. № 1. С. 83-87.

26. **Малич К.Н.**, Кадик А.А., Баданина И.Ю., Жаркова Е.В. Окислительно-восстановительные условия формирования минералов осмия Гулинского массива, Россия / *Геохимия*. 2011. Т. 49. № 7. С. 767-771.
27. **Малич К.Н.**, Когарко Л.Н. Вещественный состав платиноидной минерализации Бор-Урхского массива (Маймеча-Котуйская провинция, Россия) / *Доклады АН*. 2011. Т. 440. № 6. С. 806-810.
28. **Malitch K.N.**, Latypov R.M. Re-Os and S-isotope constraints on timing and source heterogeneity of PGE-Cu-Ni sulfide ores: a case study at the Talnakh ore junction (Russia) / *Canadian Mineralogist*. 2011. V. 49. №. 6. P. 1653-1677.
29. **Малич К.Н.**, Баданина И.Ю., Туганова Е.В. Магматическая эволюция ультрамафит-мафитовых интрузивов Норильской провинции (Россия): вещественные и геохронологические данные / *Литосфера*. 2010. Т. 10. № 5. С. 37-63.
30. **Malitch K.N.**, Belousova E.A., Griffin W.L., Badanina I.Yu., Pearson N.J., Presnyakov S.L., Tuganova E.V. Magmatic evolution of the ultramafic-mafic Kharaelakh intrusion (Siberian Craton, Russia): insights from trace-element, U-Pb and Hf-isotope data on zircon / *Contributions to Mineralogy and Petrology*. 2010. V. 159. № 6. P. 753-768.
31. Соболев А.В., Соболев С.В., Кузьмин Д.В., **Малич К.Н.**, Петрунин А.А. Механизм образования сибирских меймечитов и природа их связи с траппами и кимберлитами / *Геология и геофизика*. 2009. Т. 50. № 12. С. 1293-1334.
32. **Malitch K.N.** Osmium isotope constraints on contrasting sources and prolonged melting in the Proterozoic upper mantle: evidence from ophiolitic Ru-Os sulfides and Ru-Os-Ir alloys / *Chemical Geology*. 2004. V. 208. № 1-4. P. 157-173.
33. **Malitch K.N.**, Merkle R.K.W. Ru-Os-Ir-Pt and Pt-Fe alloys from the Evander Goldfield (Witwatersrand Basin, South Africa): detrital origin inferred from compositional and osmium isotope data / *Canadian Mineralogist*. 2004. V. 42. P. 631-650.
34. **Malitch K.N.**, Thalhammer O.A.R., Knauf V.V., Melcher F. Diversity of platinum-group mineral assemblages in banded and podiform chromitite from the Kraubath ultramafic massif, Austria: evidence for an ophiolitic transition zone? / *Mineralium Deposita*. 2003. V. 38. P. 282-297.
35. **Malitch K.N.**, Auge T., Badanina I.Yu., Goncharov M.M., Junk S.A., Pernicka E. Os-rich nuggets from Au-PGE placers of the Maimecha-Kotui Province, Russia: a multi-disciplinary study / *Mineralogy and Petrology*. 2002. V. 76. P. 121-148.
36. **Malitch K.N.**, Thalhammer O.A.R. Pt-Fe nuggets derived from clinopyroxenite-dunite massifs, Russia: a structural, compositional and osmium-isotope study / *Canadian Mineralogist*. 2002. V. 40. P. 395-418.
37. **Малич К.Н.**, Костоянов А.И., Меркле Р.К.В. Вещественный состав и осмиевая изотопия платиноидной минерализации Восточного Витватерсранда (Южная Африка) / *Геология рудных месторождений*. 2000. Т. 42. № 3. С. 281-295.
38. **Малич К.Н.**, Костоянов А.И. Модельный Re-Os-возраст платиноидной минерализации Гулинского массива (север Сибирской платформы, Россия) / *Геология рудных месторождений*. 1999. Т. 41. № 2. С. 143-153.
39. **Малич К.Н.**, Баданина И.Ю. Природные поликомпонентные твердые растворы системы Ru-Os-Ir-Pt-Fe, их генетическое и прикладное значение / *Доклады АН*. 1998. Т. 363. № 1. С. 93-96.
40. **Малич К.Н.**, Оже Т. Состав включений в минералах осмия – индикатор условий образования Гулинского ультраосновного массива / *Доклады АН*. 1998. Т. 361. № 6. С. 812-814.
41. **Малич К.Н.**, Лопатин Г.Г. Новые данные о металлогении уникального Гулинского клинопироксенит-дунитового массива (Северная Сибирь, Россия) / *Геология рудных месторождений*. 1997. Т. 39. № 3. С. 247-257.
42. **Малич К.Н.** Об оценке платиноносности зональных клинопироксенит-дунитовых массивов / *Доклады АН*. 1996. Т. 347. № 5. С. 653-657.

43. **Малич К.Н.** Платиноидная россыпь реки Ингарингда (север Восточной Сибири) / *Доклады АН*. 1996. Т. 348. № 5. С. 652–656.

44. **Малич К.Н.**, Баданина И.Ю., Гончаров М.М., Лопатин Г.Г., Науменко Н.Г., Туганова Е.В. Маймеча-Котуйский регион – новая платинометальная провинция России / *Доклады АН*. 1996. Т. 348. № 2. С. 232–235.

45. Лазаренков В.Г., **Малич К.Н.**, Лопатин Г.Г. Геохимия ультрамафитов платиноносного Гулинского массива Маймеча-Котуйской провинции / *Геохимия*. 1993. № 11. С. 1523–1531.

46. Балмасова Е.А., Смольская Л.С., Лопатина Л.А., Лопатин Г.Г., Лазаренков В.Г., **Малич К.Н.** Самородный осмий и иридосмин Гулинского массива / *Доклады АН*. 1992. т. 323. № 4. С. 748–751.

47. **Малич К.Н.**, Рудашевский Н.С. О коренной минерализации платиноидов хромититов Гулинского массива / *Доклады АН*. 1992. Т. 325. № 5. С. 1026–1029.

48. **Малич К.Н.** О формационной принадлежности платиноносных ультрабазитов концентрически-зональных массивов Сибирской платформы / *Доклады АН СССР*. 1991. Т. 318. № 6. С. 1452–1457.

49. Туганова Е.В., **Малич К.Н.** К вопросу о платиноносности интрузий норильского типа / *Доклады АН СССР*. 1990. Т. 313. № 1. С. 178–183.

На диссертацию и автореферат поступило 19 отзывов (все положительные, из них 3 без замечаний) от: 1) Баркова А.Ю., д.г.-м.н., г.н.с. и Никифорова А.А., к.г.-м.н., н.с. (Череповецкий государственный университет), 2) Баяновой Т.Б., д.г.-м.н., зав. лабораторией (ГИ КНЦ РАН), 3) Белогуб Е.В., д.г.-м.н., г.н.с. (ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН), 4) Веливецкой Т.А., к.г.-м.н., в.н.с. (ДВГИ ДВО РАН), 5) Вотякова С.Л., д.г.-м.н., акад. РАН, г.н.с. (ИГГ УрО РАН), 6) Гаранина В.К., д.г.-м.н., научного руководителя (Минералогический музей РАН), 7) Каменецкого В.С., к.г.-м.н., в.н.с. (ИЭМ РАН), 8) Кислова Е.В., к.г.-м.н., в.н.с. (ГИН СО РАН), 9) Козлова А.В., д.г.-м.н., зав. кафедрой (СПбГУ), 10) Криволуцкой Н.А., д.г.-м.н., в.н.с. (ГЕОХИ РАН), 11) Лаломова А.В., д.г.-м.н., в.н.с. (ИГЕМ РАН), 12) Медведева А.Я., д.г.-м.н., в.н.с. и Мехоношина А.С., к.г.-м.н., с.н.с. (ИГХ СО РАН), 13) Округина А.В., д.г.-м.н., г.н.с. (ИГАБМ СО РАН), 14) Покровского Б.Г., д.г.-м.н., зав. лабораторией (ГИН РАН), 15) Проскурнина В.Ф., д.г.-м.н., зав. отделом (ВСЕГЕИ), 16) Пучкова В.Н., д.г.-м.н., член-корр. РАН, г.н.с. (ИГГ УрО РАН), 17) Соколова С.В., д.г.-м.н., зав. отделом (ВСЕГЕИ), 18) Сорохтиной Н.В., к.г.-м.н., с.н.с. (ГЕОХИ РАН), 19) Холоднова, д.г.-м.н., г.н.с. (ИГГ УрО РАН). В отзывах отмечено, что работа основана на обширном фактическом материале, выполнена на высоком профессиональном и научном уровне, имеет теоретическую и практическую значимость; все защищаемые научные положения обоснованы приведенными результатами и выводами, представляющими значительный вклад в 1) развитие понимания платинометального рудообразования и 2) обоснование новых изотопно-геохимических индикаторов прогноза богатых сульфидных ЭПГ-Cu-Ni руд.

Основные замечания и вопросы касаются: обсуждения fO_2 и температур при образовании Os-Ir сплавов (Белогуб Е.В., Округин А.В.), номенклатуры Pt-Fe сплавов (Округин А.В.), недостаточной степени изученности россыпей платины в Норильской и Таймырской провинциях (Белогуб Е.В.), модели образования благороднометаллических россыпей Гулинского массива (Лаломов А.В.), коренных источников в Гулинском массиве (Сорохтина Н.В.), последовательности кристаллизации бадделеита и торианита в карбонатитах (Сорохтина Н.В.), формационной принадлежности ультрамафитов Гулинского массива (Кислов Е.В.), использования названия минерала «халькоцит» вместо «халькозин» (Белогуб Е.В., Кислов Е.В.), отсутствия в диссертации рисунка, показывающего на плане отметки скважин, в которых был изучен изотопный состав серы сульфидов Хараелахского и Талнахского интрузивов

(Веливецкая Т.А.), необходимости расшифровки терминов «первичный источник» (Медведев А.Я., Мехоношин А.С.), «примитивный источник» и «деплетированный источник» (Покровский Б.Г.), роли глубинных магматических камер (Покровский Б.Г.), характера контаминанта и количества серы в нём (Медведев А.Я., Мехоношин А.С., Покровский Б.Г.), трёхстадийной модели формирования богатых руд (Козлов А.В.), различия по изотопному составу сульфидного вещества для промышленных месторождений (С.Л. Вотяков), особенностей изотопных составов серы и осмия в массивных сульфидных рудах Хараелахского интрузива (Покровский Б.Г.), характера вариаций изотопного состава серы в промышленно-рудноносных интрузивах (Криволуцкая Н.А.), сложности выделения различно рудоносных интрузивов на основании только петролого-геохимического анализа (Криволуцкая Н.А.), уникальности изученных объектов (Гаранин В.К.), геодинамической обстановки проявления магматизма Норильской провинции (Холоднов В.В.), необходимости комплексирования изотопно-геохимических, геохимических и ряда других индикаторов при прогнозной оценке оруденения (Соколов С.В.), отсутствия глобальных выводов геодинамических и плюм-литосферных взаимодействий ЭПГ-содержащих массивов и вмещающих пород (Баянова Т.Б.).

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что Арискин Алексей Алексеевич, Горячев Николай Анатольевич и Масленников Валерий Владимирович являются широко известными высококвалифицированными специалистами в области генезиса рудных месторождений, петрологии и геохимии ультрамафит-мафитового магматизма. Оппоненты имеют многочисленные публикации в соответствующей данной диссертационной работе сфере исследования и способны объективно оценить работу.

Выбор ведущей организации обосновывается тем, что Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук широко известен своими достижениями в данной отрасли науки. ФГБУН ИГЕМ РАН имеет структурные подразделения (Лаборатория геохимии имени академика А.Е. Ферсмана, Лаборатория петрологии), направление научно-исследовательской деятельности которых полностью соответствует тематике рассматриваемой диссертации. Высококвалифицированные специалисты имеют большой опыт исследования геологии и генезиса рудных месторождений, петрологии и геохимии ультрамафит-мафитового магматизма и могут аргументированно оценить научную и практическую значимость диссертационной работы.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований: разработан комплекс минералого-геохимических и изотопно-геохимических методов изучения силикатного и рудного вещества, позволивший по-новому охарактеризовать условия образования платинометалльных месторождений Маймеча-Котуйской, Норильской и Таймырской провинций; **предложено** обоснование происхождения сульфидных платиноидно-медно-никелевых руд в результате корово-мантийного взаимодействия при решающей роли глубинных магматических камер; **введены** новые изотопно-геохимические индикаторы прогноза богатых сульфидных платиноидно-медно-никелевых (ЭПГ-Cu-Ni) руд; **доказана** синхронность образования карбонатитов Гулинского массива Маймеча-Котуйской провинции и ультрамафит-мафитовых интрузивов Таймырской провинции с толеит-базальтовым магматизмом Сибирской платформы (~250 млн лет).

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что доказаны следующие положения:

1. Маймеча-Котуйская платинометалльная провинция характеризуется иридиево-осмиевыми россыпными месторождениями и проявлениями Гулинского и Бор-Урахского массивов ультраосновных и щелочных пород с карбонатитами. Гулинский

массив ультрамафитов обладает сходными чертами с платиноносными ультрамафитами клинопироксенит-дунитовых массивов урал-аляскинского и алданского типа и офиолитовыми ультрамафитами дунит-гарцбургитовых массивов. С первыми их объединяет парагенетическая ассоциация пород (дуниты, хромититы, верлиты и клинопироксениты) и значительный россыпеобразующий потенциал (десятки тонн полезного компонента), со вторыми – значительный площадной размер коренных выходов ультрамафитов (сотни км²) и металлогеническая специализация на тугоплавкие платиноиды.

2. Большинство минералов платиновой группы из благороднометалльных россыпей Маймеча-Котуйской провинции образовано Os-Ir сплавами, преобладающими над Pt-Fe сплавами, Ru-Os сульфидами и другими МПГ. Коренными источниками МПГ являются дуниты, хромититы и оливиниты.

3. По данным изучения U-Pb системы в бадделеите/цирконе и Th-U-Pb системы в ториаците установлена временная близость для карбонатитов Гулинского массива Маймеча-Котуйской провинции и ультрамафит-мафитовых интрузивов Таймырской провинции к пермо-триасовому рубежу и их синхронность с толеит-базальтовым магматизмом Сибирской платформы (~250 млн лет).

4. Ключевая роль при формировании сульфидных ЭПГ-Cu-Ni месторождений Норильской провинции принадлежит глубинным магматическим камерам. Гомогенный изотопный состав серы для массивных и вкрапленных руд Хараелахского ($\delta^{34}\text{S}=12.66\pm0.49\text{‰}$) и Талнахского ($\delta^{34}\text{S}=10.92\pm0.62\text{‰}$) месторождений свидетельствует в пользу контаминации мантийных магм «коровым» компонентом не на этапе внедрения интрузивных тел, а в более глубинных условиях, где и была достигнута гомогенизация изотопного состава серы. Вариации изотопного состава меди ($\delta^{65}\text{Cu}$) обусловлены различием изотопных параметров рудного вещества первичных магм, сформировавших сульфидные ЭПГ-Cu-Ni руды промышленных месторождений (от -1.1 до 0.0‰ для Талнахского месторождения и от -0.1 до 0.6‰ для месторождения Норильск-1). Для «изотопно-лёгких» составов меди ($\delta^{65}\text{Cu}$ от -2.3‰ до -0.9‰) сульфидных руд Хараелахского месторождения допускается участие внешнего источника меди.

5. Сопряженный характер изотопных параметров серы ($\delta^{34}\text{S}=8\text{--}13\text{‰}$), осмия ($^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}=0.1283\text{--}0.1366$) и меди ($\delta^{65}\text{Cu}$ от -2.1 до 0.6‰) в Cu-Ni сульфидах является новым изотопно-геохимическим индикатором прогноза богатых сульфидных ЭПГ-Cu-Ni руд.

Применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс минералого-геохимических и изотопно-геохимических методов, с использованием электронной микроскопии, рентгеноспектрального микроанализа и самых современных изотопно-геохимических методов анализа. В работе **изложены** новые данные по геологии, минералогии, геохимии, геохронологии и металлогении для 12 в различной степени рудоносных геологических объектов Полярной Сибири, включая комплексные сульфидные ЭПГ-Cu-Ni месторождения Норильской провинции. На основе анализа авторских и литературных данных по радиогенным (Re-Os, Lu-Hf, Sm-Nd, Rb-Sr) и стабильным (S, Cu, O) изотопным системам охарактеризованы источники силикатного и рудного вещества и по-новому **раскрыты** процессы магмо- и рудообразования. Для комплексных платинометалльных месторождений Полярной Сибири **подтверждена** их связь с палеорифтогенными системами литосферы, имеющими типичные для таких структур геолого-геофизические параметры. Автором **проведена модернизация** подходов к моделированию условий образования промышленных сульфидных платиноидно-медно-никелевых месторождений с привлечением трёхэтапной модели происхождения богатых ЭПГ-Cu-Ni руд.

Значение полученных соискателем результатов исследования для

практики подтверждается обоснованием новых изотопно-геохимических оценочных признаков, которые вместе с ранее известными критериями прогноза (структурными, геофизическими, геохимическими, минералогическими и др.) могут повысить эффективность оценки рудоносности ультрамафит-мафитовых комплексов и, в частности, уменьшить затраты поисково-оценочных работ на платиноиды и никель. Высокие перспективы обнаружения богатых ЭПГ-Cu-Ni руд для Черногорского и Дюмталейского интрузивов обосновываются сходством S-Cu-Os изотопных характеристик для вкрапленных сульфидных руд с таковыми промышленно-рудноносного Талнахского интрузива Норильской провинции. Выполненная ревизия представлений о формационной принадлежности ультрамафитов Гулинского массива с обоснованием их автономности от других магматических образований позволила по-новому подойти к расчленению ультраосновных пород в гетерогенных плутонических комплексах при создании серийной легенды Маймеча-Котуйской серии листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1:200 000, апробированной на НРС ВСЕГЕИ. Обоснована уникальность иридиево-осмиевых россыпей, связанных с Гулинским массивом, которому нет аналогов в России и в мире как по типоморфным особенностям минеральных ассоциаций, так и по прогнозным ресурсам тугоплавких платиноидов,

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что все минералого-геохимические и изотопно-геохимические данные были получены с применением современных аналитических методов на **сертифицированном** оборудовании с использованием международных стандартных образцов в ведущих лабораториях России и мира. **Достоверность** выводов и результатов **апробирована** при проведении поисково-оценочных работ в Норильской и Маймеча-Котуйской провинциях и крупномасштабных геолого-съёмочных работах в Маймеча-Котуйской провинции.

Теоретическая часть работы заключалась в обосновании новых подходов к генетическому моделированию условий формирования интрузивов и ЭПГ-Cu-Ni руд норильского типа, направленных на решение фундаментальной проблемы происхождения комплексных платинометалльных месторождений арктических регионов России. **Идея** базируется на распространённом представлении о мантийно-коровом взаимодействии как об одном из основных факторов, влияющих на рудообразующие процессы. **Использованы** литературные [Годлевский, Гриненко, 1963; Виноградов, Гриненко, 1966; Кузьмин, Туганова, 1977; Гриненко, 1966; 1984; 1990; Grinenko, 1985; Godlevsky, Likhachev, 1986; Wooden et al., 1992; Walker et al., 1994; Czamanske et al., 1994; Hawkesworth et al., 1995; Horan et al., 1995; Туганова, Шергина, 1997; 2003; Arndt et al., 2003; Ripley et al., 2003; 2010; Dobretsov et al., 2008; Петров и др., 2009; 2011; Криволуцкая, 2014а; 2014б; Рябов и др., 2018; Лихачев, 2019; Isotope Geology..., 2019 и др.] и авторские данные по различным изотопным системам пород и минералов, обосновывающие определенную долю участия компонентов с коровыми изотопными метками в общем процессе породо- и рудообразования, связанного с мантийными магмами. Возможность получения новых результатов была обусловлена наличием **представительных** коллекций образцов и **инновационным характером** изотопно-геохимической части исследований, заключавшихся в интеграции информации по изотопии (Re-Os, S, Cu, Lu-Hf, Sm-Nd, Rb-Sr, O системы) как на макроуровне по валовым пробам пород и руд, так и на микроуровне в пределах индивидуальных зерен минералов, используя выборку рудных и акцессорных минералов (минералов платиновой группы (МПГ), сульфидов, циркона, бадделеита, монацита и ториянита). **Установлено** качественное и количественное совпадение авторских данных Nd-Sr-Os-S изотопно-геохимического изучения различных рудоносных ультрамафит-мафитовых интрузивов с результатами, представленными в независимых литературных источниках. Полученные результаты являются научно

обоснованными и аргументированными.

Личный вклад. Диссертационная работа основывается на многолетнем (1983-2021) изучении автором геологии, минералогии, геохимии, геохронологии и металлогении ультрамафит-мафитовых интрузивов и массивов ультраосновных и щелочных пород с карбонатитами, расположенных в Полярной Сибири. В основу выполненных исследований положен материал (образцы пород, акцессорные минералы, сульфидные руды, МПГ), собранный во время экспедиционных работ в Норильской, Таймырской и Маймеча-Котуйской провинциях. Для решения поставленных задач автор лично участвовал в отборе проб/образцов во время полевых работ, их камеральной обработке и пробоподготовке, планировании и организации широкого спектра оригинальных минералогических, геохимических и изотопно-геохимических исследований, личном участии в минералогических и части изотопно-геохимических исследований, систематизации и обобщении полученных результатов, подготовке и представлении их в печать. Исследования по теме диссертационной работы проводились в рамках выполнения планов НИР ЛГИ (Ленинград), ВНИИ Океангеология, ВСЕГЕИ (все Санкт-Петербург), ИГГ УрО РАН (Екатеринбург), хоздоговорных работ по заданиям ПГО «Красноярскгеология» (Красноярск), Полярной ГСЭ (Хатанга), Таймыргеолкома (Норильск), по научным проектам Австрийского научного фонда, Австрийской и Финской Академий наук, Министерства науки и образования РФ, РФФИ и УрО РАН при поддержке системной инфраструктуры Университетов Макуори (Сидней, Австралия), Западной Австралии (Перт, Австралия). Результаты исследований докладывались лично и обсуждались на Ученых Советах ВНИИ Океангеология, ВСЕГЕИ, ИГГ УрО РАН, на научно-технических совещаниях Норильской КГРЭ, Заполярной КГРЭ, Территориального агентства по недропользованию по Таймырскому (Долгано-Ненецкому) автономному округу (все Норильск), Управления по недропользованию по Красноярскому краю (Красноярск), на Научном совете РАН по проблемам геохимии (Москва, 2004), а также в Институте Макса Планка (Майнц, 2004), Университете Оулу (Оулу, 2011), Университете Макуори (Сидней, 2013). Основные результаты диссертации были также представлены лично на многочисленных всесоюзных, российских и международных совещаниях (более 70 докладов). Основные положения диссертации опубликованы в 190 научных работах, в том числе 3 монографиях (из них 2 в соавторстве), 5 главах в монографиях, геологической карте, 56 статьях в рецензируемых научных журналах, из них в **38 статьях за первым авторством** соискателя и в **5 статьях с моноавторством** соискателя.

На заседании 02 марта 2022 г. диссертационный совет принял решение присудить Маличу Крешимиру Ненадовичу учёную степень доктора геолого-минералогических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 10 докторов наук по специальности 1.6.10, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 19, против – 0, недействительных - 0.

Председатель

диссертационного совета, д.г.-м.н.

Учёный секретарь

диссертационного совета, д.г.-м.н.

05.03.2022



А.Э. Изох

О.М. Туркина