

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 МИХАЙЛИК ПАВЛА ЕВГЕНЬЕВИЧА НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИХ НАУК

Аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета от 14.11.2024 г. № 03/18

О присуждении **Михайлику Павлу Евгеньевичу**, гражданину Российской Федерации, учёной степени доктора геолого-минералогических наук.

Диссертация **«Железомарганцевые корки северной части Тихого океана и прилегающих дальневосточных морей: строение, состав и условия формирования»** по специальности 1.6.10 – «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения» принята к защите 09.08.2024 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, просп. акад. Коптюга), приказ МИНОБРНАУКИ № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель: Михайлик Павел Евгеньевич, 1982 года рождения, в 2009 г. защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.11 «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения», на тему «Состав, строение, и условия формирования железомарганцевых корок Японского и Охотского морей» в диссертационном совете, созданном на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Дальневосточный геологический институт Дальневосточного отделения Российской академии наук (ДВГИ ДВО РАН). Соискатель работает старшим научным сотрудником в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Дальневосточном геологическом институте Дальневосточного отделения Российской академии наук.

Диссертация выполнена в лаборатории региональной геологии и тектоники Федерального государственного бюджетного учреждения науки Дальневосточного геологического института Дальневосточного отделения Российской академии наук.

Научный консультант – академик, доктор геолого-минералогических наук Ханчук Александр Иванович, работает в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Дальневосточном геологическом институте Дальневосточного отделения Российской академии наук в должности научного консультанта.

Официальные оппоненты:

Страховенко Вера Дмитриевна – доктор геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – «Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых», ведущий научный сотрудник лаборатории геохимии благородных и редких элементов Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН (г. Новосибирск);

Брусницын Алексей Ильич – доктор геолого-минералогических наук по специальности 25.00.05 – «Минералогия, кристаллография», заведующий кафедрой минералогии Института наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета (г. Санкт-Петербург);

Можеровский Анатолий Викторович – доктор геолого-минералогических наук по специальности 25.00.28 – «Океанология», ведущий научный сотрудник лаборатории седиментологии и стратиграфии Тихоокеанского океанологического института им. В.И. Ильичева ДВО РАН (г. Владивосток) **дали положительные отзывы на диссертацию.**

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт геологии и минеральных ресурсов Мирового океана имени академика И.С. Грамберга (ФГБУ "ВНИИОкеангеология") (г. Санкт-Петербург), в своем положительном заключении, подписанном **Черкашёвым Георгием Александровичем**, заместителем генерального директора по науке доктором геолого-минералогических наук, профессором, **Константиновой Натальей Павловной**, кандидатом геолого-минералогических наук, научным сотрудником отдела геологии и минеральных ресурсов Мирового океана, указали, что автором выполнена большая работа, имеющая как научную, так и практическую значимость. Работа является полезной для геологов производственников, океанологов, химиков, научных сотрудников, аспирантов и студентов геологических и химических специальностей. Диссертационная работа Михайлика Павла Евгеньевича содержит в себе научно-обоснованные защищаемые положения, соответствующие специальности 1.6.10 – «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения». Михайлик Павел Евгеньевич заслуживает присуждения ему искомой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 1.6.10 – «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения».

Соискателем П.Е. Михайлик заявлено 32 статьи в ведущих российских и зарубежных журналах, входящих в перечень ВАК и международные базы данных WoS и Scopus:

1. **Михайлик П.Е.**, Деркачев А.Н., Чудаев О.В., Зарубина Н.В. Железомарганцевые корки подводных возвышенностей трога Кашеварова (Охотское море) // *Тихоокеанская геология*. – 2009. – Т.28, № 1. – С. 32-43.
2. **Михайлик П.Е.**, Ханчук А.И. Железомарганцевые корки с подводных вулканов задуговых бассейнов – новый генетический тип месторождений галлия // *Доклады Академии наук*. – 2011. – Т. 439, №4. – С. 520-522
3. **Михайлик П.Е.**, Ханчук А.И., Михайлик Е.В., Иванов М.В., Еловский Е.В., Мельников М.Е. Новые данные о концентрации ртути в железомарганцевых корках с подводных гор северо-западной Пацифики // *Доклады Академии наук*. – 2012. – Т. 447. № 5. – С. 546-551.
4. Михайлик Е.В., Ханчук А.И., **Михайлик П.Е.**, Баринов Н.Н., Зарубина Н.В. Первая находка видимого золота в железомарганцевых корках Тихого океана // *Доклады Академии наук*. – 2013. – Т. 449, №5. – С. 574-578.
5. **Михайлик П.Е.**, Михайлик Е.В., Зарубина Н.В., Баринов Н.Н., Съедин В.Е., Леликов Е.П. Вещественный состав и распределение РЗЭ в железомарганцевых корках подводных возвышенностей Беляевского и Медведева (Японское море) // *Тихоокеанская геология*. – 2014. – № 3. – С. 3-16.
6. **Михайлик П.Е.**, Ханчук А.И., Михайлик Е.В., Зарубина Н.В., Блохин М.Г. Новые данные о распределении редкоземельных элементов и иттрия в гидротермально-осадочных Fe-Mn корках Японского моря по результатам фазового анализа // *Доклады Академии наук*. – 2014. – Т. 454, №3. – С. 322-327.
7. **Михайлик П.Е.**, Ханчук А.И., Михайлик Е.В., Баринов Н.Н., Зарубина Н.В. Самородное золото в железомарганцевых корках гайота Детройт (Императорский хребет, Тихий океан) // *Вестник ДВО РАН*. – 2014. – №4. – С. 13-24.

8. Зарубина Н.В., Блохин М.Г., **Михайлик П.Е.**, Сегренев А.С. Определение элементного состава стандартных образцов железомарганцевых образований методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой // *Стандартные образцы*. – 2014. – № 3. – С. 33-44.
9. **Михайлик П.Е.**, Михайлик Е.В., Блохин М.Г., Зарубина Н.В. Источники галлия в железомарганцевых корках Японского моря // *Геология и геофизика*. – 2015. – Т.56, №8. – С. 1456-1472.
10. Ханчук А.И., **Михайлик П.Е.**, Михайлик Е.В., Зарубина Н.В., Блохин М.Г. Особенности распределения редкоземельных элементов и иттрия в минеральных фазах железомарганцевой корки гайота Детройт, Тихий океан // *Доклады Академии наук*. – 2015. – Т.465, №4. – С. 479-483.
11. **Михайлик П.Е.**, Михайлик Е.В., Зарубина Н.В., Блохин М.Г. Распределение редкоземельных элементов и иттрия в гидротермально-осадочных железомарганцевых корках Японского моря по результатам фазового анализа // *Геология и геофизика*. – 2017. – Т. 58. – С. 1928-1943.
12. **Михайлик П.Е.**, Ханчук А.И., Михайлик Е.В., Иванов М.В., Рашидов В.А., Зарубина Н.В., Блохин М.Г., Баринов Н.Н., Плетнев С.П. Аномально высокое содержание ртути в гидротермальных железомарганцевых корках гайота Сет (СЗ Тихого океана) // *Геология и геофизика*. – 2018. – Т. 59, № 3. – С. 275-285.
13. Иванова Ю.М., **Михайлик П.Е.**, Михайлик Е.В., Зарубина Н.В., Блохин М.Г. Вещественный состав и условия формирования железомарганцевых корок хребта Зонне (Курильская котловина, Охотское море) // *Геология и геофизика*. – 2019. – Т. 60, №9. – С. 1292-1309.
14. Волохин Ю.Г., Ханчук А.И., **Михайлик П.Е.**, Михайлик Е.В. Минеральный состав марганцевых корок вулкана Беляевского (Японское море) // *Доклады Российской АН. Науки о Земле*. – 2020. – Т. 491, №2. – С. 31-36.
15. Волохин Ю.Г., **Михайлик П.Е.**, Михайлик Е.В. Минералы в марганцевых образованиях вулкана Беляевского (Японское море) // *Тихоокеанская геология*. – 2020. – Т.39, №4. – С. 53-76.
16. Савельев Д.П., Ханчук А.И., Савельева О.Л., Москалёва С.В., **Михайлик П.Е.** Первая находка платины в космогенных сферулах железомарганцевых корок (гайот Федорова, Магеллановы горы, Тихий океан) // *Доклады Российской АН. Науки о Земле*. – 2020. – Т. 491, №2. – С. 15-19.
17. **Михайлик П.Е.**, Вишневская И.А., Михайлик Е.В., Блохин М.Г., Червяковская М.В., Рашидов В.А., Жэнь С. Генезис и изотопный состав Nd железомарганцевых образований Охотского моря и Курильской островной дуги // *Геология и геофизика*. – 2021. – Т. 62, – № 9. С. 1309-1326.
18. Константинова Н.П., Ханчук А.И., **Михайлик П.Е.**, Сколотнев С.Г., Иванова Е.В., Бич А.С., Черкашев Г.А. Новые данные о составе железомарганцевых корок разлома Долдрамс, центральная Атлантика // *Доклады Российской академии наук. Науки о земле*. – 2021. – Т.496, № 2. – С. 1-5.
19. Иванов В.В., Ханчук А.И., **Михайлик П.Е.** Природа самородного золота в железомарганцевых корках северо-западной части Тихого океана // *Доклады Российской академии наук. Науки о Земле*. – 2021. – Т. 497. № 1. – С. 44–48.
20. **Михайлик П.Е.**, Ханчук А.И., Михайлик Е.В., Рашидов В.А. Распределение химических элементов в минеральных фазах железомарганцевых корок С-З Тихого океана // *Доклады Российской АН. Науки о Земле*. – 2022. – Т. 504, №1. – С. 34-40.
21. **Михайлик П.Е.**, Ханчук А.И., Волохин Ю.Г., Михайлик Е.В. Железомарганцевые образования зон разломов Кларифон и Сикейрос, С-В Тихого океана // *Доклады Российской АН. Науки о Земле*. – 2022. – Т. 503, №2. – С. 97-104.

22. Михайлик П.Е., Ханчук А.И., Михайлик Е.В., Рашидов В.А., Савельев Д.П., Зарубина Н.В. Железомарганцевые корки северной Пацифики // *Тихоокеанская геология*. – 2023. – Т. 42, №2. – С. 3-35.
23. Михайлик П.Е., Вишневецкая И.А., Михайлик Е.В., Рашидов В.А., Савельев Д.П., Солошенко Н.Г. Изотопный состав Sr и Nd гидрогенных железомарганцевых корок северной Пацифики // *Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов*. – 2023. – Т. 334. № 2. – С. 7-21.
24. Блохин М.Г., Зарубина Н.В., Иванов В.В., Михайлик П.Е. Экстракционно-атомно-абсорбционное определение золота в морских железомарганцевых образованиях после его концентрирования дибутилсульфидом в толуоле // *Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов*. – 2023. – Т. 334. № 1. – С.19-29.
25. Mikhailik P.E. Ferromanganese crusts of submarine Belyaevsky and Medvedev volcanoes from the Sea of Japan // *Water-Rock Interaction*. Bullen & Wang (eds). London: Taylor & Francis Group. – 2007. – P. 523–526.
26. Konstantinova, N., Hein, J.R., Gartman, A., Mizell, K., Barrulas, P., Cherkashov, G., Mikhailik, P., Khanchuk, A. Mineral phase-element associations based on sequential leaching of ferromanganese crusts, Amerasia Basin Arctic Ocean // *Minerals*. – 2018. – V.8, 460.
27. Mikhailik P.E., Khanchuk A.I., Mikhailik E.V., Zarubina N.V., Blokhin M.G. Compositional Variations and Genesis of Sandy-Gravel Ferromanganese Deposits from the Yomei Guyot (Holes 431, 431A DSDP), Emperor Ridge // *Minerals*. 2019. 9,709.
28. Mikhailik P., Mikhailik E., Ivanov V. Gold in Ferromanganese Deposits from the NW Pacific // *Minerals*. – 2021. – V.11, 979.
29. Blokhin, M., Zarubina, N., Mikhailik, P., Elovskiy, E., Ivanova, Y., González, F.J. and Somoza, L. Discriminating formation and accumulation processes of some strategic metals in Fe-Mn deposits of the Atlantic Ocean // *World Journal of Engineering*. – 2021. – V.18, N 3, – P. 416-425.
30. Blokhin M.G., Zarubina N.V., Ivanova Yu.M., Mikhailik P.E., Ivanov V.V. Stepwise Selective Leaching of the Marine Ferromanganese Formations for Determining Their Phase Composition: Experience of the Technique Application in the Shared Research Facilities of FEGI FEB RAS // *Geodynamics & Tectonophysics*. – 2022. – V.13 (2s), 0598.
31. Yi L.; Li Y., Mikhailik P., Qi Y., Deng C. Magnetic and geochemical scanning reveals growth history of marine ferromanganese crust on Detroit Seamount, Northwest Pacific since the Early Miocene // *Quaternary International*. – 2023. – V. 671. – P. 52-61.
32. Mikhailik P., Vishnevskaya, I., Yi L., Soloshenko N., Pellinen V. Sr and Nd Isotopes in Mineral Fractions of Ferromanganese Crusts from the Northernmost Pacific // *Journal of Marine Science and Engineering*. – 2023. – V.11, 1920.

На автореферат диссертации поступило 11 отзывов (все положительные, из них 5 без замечаний) от: 1) к.г.-м.н., ведущего инженера, Всероссийского научно-исследовательского института геологии и минеральных ресурсов Мирового океана имени академика И.С. Грамберга (ФГБУ "ВНИИОкеангеология"), Седышевой Татьяны Евгеньевны (г. Санкт-Петербург); 2) к.г.-м.н., старшего научного сотрудника, Федерального государственного бюджетного учреждения науки Тихоокеанского океанологического института им. В.И. Ильичева ДВО РАН, Колесник Ольги Николаевны (г. Владивосток); 3) к.т.н., старшего научного сотрудника, Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Рашидова Владимира Александровича (г. Петропавловск-Камчатский); 4) д.г.-м.н., профессора Сыктывкарского государственного университета им. Питирима Сорокина, Тентюкова Михаила

Пантелеймоновича (г. Сыктывкар); 5) к.г.-м.н., старшего научного сотрудника Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения Дальневосточного геологического института ДВО РАН Митрохина Александра Николаевича (г. Владивосток); 6) д.г.-м.н., член-корреспондента РАН, главного научного сотрудника Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института земной коры СО РАН, Склярова Евгения Викторовича (г. Иркутск); 7) д.г.-м.н., член-корреспондента РАН, главного научного сотрудника Федерального государственного бюджетного учреждения науки Геологического института РАН, Маслова Андрея Викторовича (г. Москва); 8) д.г.н., ведущего научного сотрудника Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института озероведения РАН, Анохина Владимира Михайловича (г. Санкт-Петербург); 9) к.г.-м.н., научного сотрудника, Института геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, Асавина Алексея Михайловича (г. Москва); 10) д.г.-м.н., руководителя лаборатории физико-химической петрологии и генетической минералогии Института Геохимии СО РАН, Перетяжко Игоря Сергеевича (г. Иркутск); 11) д.г.-м.н., главного научного сотрудника, Геологического института РАН, Кулешова Владимира Николаевича (г. Москва).

В отзывах отмечено, что диссертационная работа является серьёзным научным исследованием, решающим крупную научную проблему и вносящим вклад в теорию и практику исследования глубоководных твердых полезных ископаемых, для решения задач в области наращивания минерально-сырьевой базы РФ. Подчеркивается значительный объем данных вещественного состава железомарганцевых корок, применение широкого круга современных аналитических методов исследования. Полученные соискателем результаты признаны мировым сообществом, что подтверждается их опубликованием в высокорейтинговых журналах. Основные защищаемые положения достоверны и обоснованы.

Основные замечания, вопросы и комментарии по автореферату и диссертации касаются:

- 1) объема использованного фактического материала положенного в основу работы (официальные оппоненты В.Д. Страховенко и А.И. Брусницын, А.В. Маслов, В.А. Рашидов);
- 2) стилистических особенностей изложения защищаемых положений, оформления некоторых рисунков и диаграмм (официальные оппоненты В.Д. Страховенко и А.И. Брусницын, А.В. Маслов; А.М. Асавин; И.С. Перетяжко);
- 3) не корректного использования терминологической лексики «Пацифика», «титульные элементы», «манганаты», «запасы», а также аббревиатур без расшифровки (ведущая организация, официальный оппонент А.И. Брусницын, Т.Е. Седышева);
- 4) устранения недочетов редакционного характера (официальный оппонент А.В. Можеровский; А.М. Асавин);
- 5) не полноты ссылок на литературу для глав 1, 4 и 7 (А.М. Асавин);
- 6) отсутствия отдельных защищаемых положений по материалам глав 3 и 5 (ведущая организация, официальные оппоненты В.Д. Страховенко и А.И. Брусницын; В.А. Рашидов);
- 7) новизны подхода к методологии последовательного селективного извлечения элементов (официальный оппонент А.И. Брусницын; ведущая организация; А.М. Асавин);
- 8) обсуждения в тексте роли диагенеза в генезисе железомарганцевых корок (официальный оппонент А.И. Брусницын);
- 9) правильности выбора методики расчета формул минералов для гидротермальных корок Японского моря (официальный оппонент А.И. Брусницын);
- 10) представления геохимических дан-

ных на графиках и их дальнейшей интерпретации (официальные оппоненты А.И. Брусницын и В.Д. Страховенко, В.А. Рашидов); 11) обсуждения размеров и границ, а также геохимической зональности выделяемой провинции распространения кобальт-богатых железомарганцевых корок (КМК) на севере Тихого океана (А.М. Асавин); 12) участие гидротермального вещества в формирование состава КМК (А.М. Асавин; И.С. Перетяжко); 13) оценки соотношения моно- и бикарбонат ионов в морской воде (официальный оппонент А.И. Брусницын; А.М. Асавин); 14) обнаружения золота в составе КМК (официальный оппонент А.И. Брусницын; А.М. Асавин); 15) бактериального генезиса золота (ведущая организация); 16) дискусионности используемой модели вихревых течений Тэйлора-Хогга в генезисе КМК (официальный оппонент А.И. Брусницын; А.М. Асавин); 17) анализа роли геодинамической модели «petit-spot» вулканизма (И.С. Перетяжко); 18) обсуждения возможного отсутствия цериевой аномалии в восстановительных условиях при диагенезе морских осадков (В.Н. Кулешов); 19) к выбору стандартов при нормировки РЗЭ (В.Н. Кулешов); 21) оценки времени закрытия Панамского перешейка (ведущая организация); 22) полноты изученности минерального состава и минеральных ассоциаций железо-марганцевых образований (официальный оппонент А.И. Брусницын).

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что Страховенко Вера Дмитриевна является высококвалифицированным специалистом в области геохимии в том числе озерных отложений, **Брусницын Алексей Ильич** – в области минералогии марганцевых месторождений на континенте, а **Можеровский Анатолий Викторович** – в области морского аутигенного минералообразования. Оппоненты имеют публикации в высокорейтинговых изданиях в области исследования, соответствующей тематике диссертации, и способны объективно оценить данную диссертационную работу.

Выбор ведущей организации обосновывается тем, что направление ее научно-исследовательской и прикладной деятельности полностью соответствует тематике диссертации, а специалисты могут объективно и аргументировано оценить научную и практическую значимость диссертационной работы.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненным соискателем исследований разработана научная концепция комплексного изучения морских железомарганцевых корок Тихого океана и прилегающих морей, позволяющая выявить закономерности их формирования в различных геодинамических обстановках, а также эволюции во времени. Алгоритм исследования железомарганцевых корок включает: 1) анализ условий геологического залегания, 2) выделение морфологических типов, 3) изучение валового минерального и химического состава, 4) изучение геохимических особенностей в валовых пробах и отдельных минеральных компонентах, 5) прогнозирование залежей рудных тел. Показано, что применение метода компонентного анализа позволяет получить более объективную информацию о концентрации главных рудных элементов, а также является базой для усовершенствования металлургической переработки этого вида минерального сырья. Установлены особенности формирования КМК в северных высокоширотных областях Тихого океана. Показана целесообразность проведения детальных геологоразведочных работ на поиск и разведку КМК на подводных горах и гайотах, а также разломных зонах изучаемого района тихоокеанского дна.

Теоретическая значимость исследования заключается в анализе перспектив практического использования выявленных закономерностей распространения железомарганцевой минерализации в пределах северных областей Тихоокеанского региона, а

также разработки теоретических положений и методов морских исследований глубоководных твердых полезных ископаемых Мирового океана.

Доказаны следующие положения:

- На подводных горах и гайотах северного района дна Тихого океана залегают железомарганцевые корки толщиной более 100 мм, формирование которых осуществлялось за счет гидрогенного источника вещества. Их строение отличается от КМК Российского разведочного района в южной части ТО наличием мощного "антрацитового" слоя с низкой концентрацией фосфора и отсутствием «пористого» миоценового слоя. Вариации в концентрации основных рудных элементов в составе корок зависят от интенсивности поставки аллотигенного материала.
- В гидротермальных железомарганцевых корках большая часть редкоземельных элементов и иттрия содержится в аутигенной железистой составляющей. В корках открытой части северной Пацифики редкоземельные элементы и иттрий сорбируются марганцевыми оксидами и железистыми гидроксидами, а их концентрация зависит от соотношения моно- и бикарбонат ионов в морской воде.
- Наличие наложенных кайнозойских вулканических конусов и куполов на вершинном плато юрско-меловых гайотов является следствием вулканотектонических активизаций Тихоокеанской плиты, которые нашли свое отражение в вещественном составе железомарганцевых корок, проявившемся в перераспределении кобальта, ванадия и кадмия по минеральным компонентам, а также аномально высокой концентрации ртути и присутствием золота.
- Формирование железомарганцевых океанских россыпей, наиболее перспективного вида глубоководного твердого полезного ископаемого, а также присутствие мощных (более 100 мм) "антрацитовых" слоев и близость их вещественного состава с кобальтбогатыми железомарганцевыми корками Российского разведочного района (Магеллановы горы, Тихий океан) расширяют перспективы практического использования этого вида минерального сырья в северных областях Тихоокеанского региона.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики.

Обнаружение на подводных горах и гайотах северной части Тихого океана кондиционных гидрогенных железомарганцевых корок, по вещественному составу близких КМК гайотов Российского разведочного района в пределах Магеллановых гор, свидетельствует о перспективности международного сегмента северной части Тихого океана на данный вид минерального сырья. Результаты работы являются значимыми для Российской Федерации и могут быть использованы для дальнейшего экономического, социального, а также научного развития страны и Дальневосточного федерального округа, в частности. Новые данные о вещественном составе железомарганцевых корок могут быть использованы при отработке промышленной технологии извлечения металлов и оценке перспектив железомарганцевого оруденения в изученных акваториях.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что в основу диссертации легла представительная выборка фактического материала, полученного с применением комплексного подхода на основе современных методов изучения вещественного состава образцов железомарганцевых корок, точность которых обеспечивается внутренним и внешним контролем анализов и расчётов. В диссертационной работе представлены результаты исследований по тематике генезиса железомарганцевых корок, проводимые с 2000 года автором лично, а также в составе научных коллективов ДВГИ ДВО РАН, ИВиС ДВО РАН, ТОИ ДВО РАН, ИГМ СО РАН, ГЕОХИ РАН, ИЗК СО РАН,

ВНИИОкеангеологии. Методология работ базируется на трех основных блоках: 1) экспедиционные морские исследования с участием автора; 2) лабораторные анализы минерального и химического состава железомарганцевых корок; 3) прогнозирование рудных залежей. Были применены современные высокоточные методы масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой, сканирующей электронной микроскопии, микрозондового анализа, а также рентгеновской дифрактометрии. Использовано высокоточное оборудование центра коллективного пользования ДВГИ ДВО РАН: Электронно-зондовый микроанализатор Jeol Superprobe JXA 8100 (Япония) с системой INCA Energy 350 Oxford Instruments (Великобритания) для рентгеновского энерго-дисперсионного микроанализа; Микроскоп сканирующий электронный Jeol JSM-6490LV (Япония) с системой INCA Energy 350 Oxford Instruments (Великобритания) и Inca Wave 700 Oxford Instruments (Великобритания) для рентгеновского энергодисперсионного и волнодисперсионного микроанализа, морфологии и структуры; Автоэмиссионный двухлучевой сканирующий электронный микроскоп с электронной и ионной колоннами (SEM-FIB) TESCAN LYRA 3 XMN (Чехия) с энергодисперсионным спектрометром для электронно-зондового элементного анализа (детектирование от бериллия до калифорния) Automated AZtecEnergy X-Max80; данные приборы использовались для изучения морфологии, структур (строение), препарирования и элементного анализа на микро- и наноуровне. Рентгеновский дифрактометр общего назначения Rigaku MiniFlex II (Япония). Поляризационный микроскоп универсальный проходящего и отраженного света Carl Zeiss Axio Imager (Германия); Стереомикроскоп моторизованный Carl Zeiss Stereo Discovery V12 (Германия) для петро- и минераграфических и минераграфических исследований и фотодокументирования. Масс-спектрометр с индуктивно-связанной плазмой Agilent 7700X (Япония); Спектрометр оптический эмиссионный с индуктивно-связанной плазмой Thermo iCAP 7600 Duo (США); Двухлучевой автоматический атомно-абсорбционный спектрометр AA 6800 (Shimadzu, Япония) с пламенной и электротермической атомизацией. Использовались для многоэлементного анализа валовых проб и минеральных компонент железомарганцевых образований в широком диапазоне концентрации, в том числе на уровне ppb. Атомно-абсорбционный спектрометр использовался для определения золота, по усовершенствованной методике с предварительным концентрированием элементов. Система для пробоподготовки геологических образцов с использованием СВЧ излучения Mars-5 (США) использовалась для кислотного разложения проб без потерь анализируемых компонентов и загрязнения проб.

Личный вклад соискателя включает выбор темы диссертационного исследования, постановку цели и формулирование задач работы. Часть результатов, изложенных в работе, получены автором совместно с научными сотрудниками лаборатории геохимии и лаборатории нано- и микроисследований ДВГИ ДВО РАН, а также сотрудниками Института вулканологии и Сейсмологии ДВО РАН и Всероссийского научно-исследовательского института геологии и минеральных ресурсов Мирового океана имени академика И.С. Грамберга. Автор лично принимал участие в научных морских экспедициях, в которых производил отбор проб железомарганцевых корок. В работах по изучению отдельных минеральных компонент железомарганцевых корок автор лично принимал участие в оптимизации алгоритмов последовательного селективного растворения и рационального извлечения элементов. Обработка и интерпретация полученных экспериментальных данных, касающихся распределения широкого спектра химических элементов по минеральным компонентам железомарганцевых корок, проведена непосредственно

автором. В работах по изучению регионального разнообразия вещественного состава железомарганцевых корок автор лично получил значительный объём соответствующих данных, позволивших провести сравнение оригинального фактического материала с КМК Российского разведочного района в пределах западного звена Магеллановых гор (Тихий океан). Результаты исследований доложены и апробированы на российских и зарубежных конференциях, опубликованы в 32 статьях в ведущих российских и зарубежных журналах, входящих в перечень ВАК и международные базы данных WoS и Scopus.

На заседании 14 ноября 2024 г. диссертационный совет принял решение присудить Михайлику Павлу Евгеньевичу учёную степень доктора геолого-минералогических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 10 докторов наук по специальности 1.6.10, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» - 17, «против» - 0, «недействительных бюллетеней» - 1.

Председатель диссертационного совета,
д.г.-м.н., профессор



А.Э. Изох

Ученый секретарь диссертационного
совета, к.г.-м.н.

А.В. Котляров

19.11.2024 г.