

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.050.02 НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ И МИНЕРАЛОГИИ ИМ. В.С. СОБОЛЕВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ ЮРКЕВИЧ НАТАЛИИ ВИКТОРОВНЫ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИХ НАУК

Аттестационное дело № _____
Решение диссертационного совета от 18.10.2024 г. № 02/23

О присуждении **Юркевич Наталии Викторовне**, гражданке Российской Федерации, учёной степени доктора геолого-минералогических наук.

Диссертация «**Техногенные экосистемы: динамика развития и ресурсный потенциал (на примере хранилищ отходов горнорудного производства в Кемеровской области и Забайкальском крае)**» по специальности 1.6.4 – «Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых» принята к защите 02.07.2024 г., протокол № 02/9, диссертационным советом 24.1.050.02 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, 3), приказ МИНОБРНАУКИ России № 1113/нк от 23.05.2023 г.

Соискатель: Юркевич Наталия Викторовна, 1983 года рождения, в 2009 г. защитила диссертацию на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 «геохимия и геохимические методы поисков полезных ископаемых», на тему «Геохимия вод и осадков техногенных карьерных озер Салаирского рудного поля» в диссертационном совете, созданном на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук. Соискатель работает ведущим научным сотрудником в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук (ИНГГ СО РАН).

Диссертация выполнена в лабораториях геоэлектрохимии и эколого-экономического моделирования техногенных систем ФГБУН Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН (ИНГГ СО РАН).

Научный консультант – доктор геолого-минералогических наук Бортникова Светлана Борисовна работает в ФГБУН Институте нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН на должности заведующего лаборатории геоэлектрохимии (№ 571).

Официальные оппоненты:

Удачин Валерий Николаевич – доктор геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 «геохимия и геохимические методы поисков полезных ископаемых», профессор, директор ФГБУН Южно-Уральского федерального научного центра минералогии и геоэкологии Уральского отделения Российской академии наук (г. Миасс).

Плюснин Алексей Максимович – доктор геолого-минералогических наук по специальности 25.00.07 — «гидрогеология», профессор, главный научный сотрудник

ФГБУН Геологического института Сибирского отделения Российской академии наук (г. Улан-Удэ).

Лолаев Алан Батразович – доктор технических наук по специальности 04.00.07 — «инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение», профессор, заведующий кафедрой экологии и природопользования Северо-Осетинского государственного университета, заместитель директора по инновационному развитию Владикавказского научного центра Российской академии наук (г. Владикавказ).

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН (ИГХ СО РАН), (г. Иркутск), в своем положительном заключении, подписанном **Гребенщиковой Валентиной Ивановной**, доктором геолого-минералогических наук, профессором, **Кондратьевым Виктором Викторовичем**, кандидатом технических наук, указала, что представленная диссертация является законченным трудом, в котором на основании выполненных автором исследований и разработок осуществлен значительный прогресс в области комплексных исследований техногенных экосистем. Диссертация соответствует паспорту специальности 1.6.4 – «Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых» по пп. 7, 13, 16, 22. Юркевич Наталия Викторовна заслуживает присуждения ей искомой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 1.6.4 – «Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых».

Соискателем Н.В. Юркевич заявлено 30 статей в ведущих российских и зарубежных журналах, входящих в перечень ВАК и международные базы данных WoS и Scopus:

1. **Юркевич, Н.В.** Ресурсы барита, цветных и благородных металлов в хрестохранилище Талмовские Пески: минералого-геохимические и геофизические данные / Н.В. Юркевич, А.Ш. Хусаинова, С.Б. Бортникова, В.П. Бондаренко, Ю.Г. Карин, С.П. Коханова // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2023. – № 3(55). – С. 105-114.
2. Черный, Н. К. Особенности подвижности меди при переходе из клинкеров Беловского цинкового завода (Кемеровская область) в водный раствор / Н.К. Черный, **Н. В. Юркевич**, С. Б. Бортникова, К. Ю. Тулисова, Т. А. Кулешова // Экология и промышленность России. – 2023. - № 27(6). – С. 24-29.
3. **Yurkevich, N.** Hydrochemical Anomalies in the Vicinity of the Abandoned Molybdenum Ores Processing Tailings in a Permafrost Region (Shahtama, Transbaikal Region) / N. Yurkevich, V. Olenchenko, A. Kartozia, T. Korneeva, S. Bortnikova, O. Saeva, K. Tulisova, N. Abrosimova // Water. – 2023. – T. 15. – № 8. – C. 1476.
4. Volynkin, S.S. Determination of Arsenic Species Distribution in Arsenide Tailings and Leakage Using Geochemical and Geophysical Methods / S.S. Volynkin, S.B. Bortnikova, **N.V. Yurkevich**, O.V. Shubaeva, S.P. Kohanova // Applied Sciences. – 2023. – T. 13. – № 2. – C. 1067.
5. **Yurkevich, N.** Current State of the Gold Mining Waste from the Ores of the Ursk Deposit (Western Siberia, Russia) / N. Yurkevich, P. Osipova, L. Tsibizov, E. Tsibizova, I. Fadeeva, S. Volynkin, K. Tulisova, T. Kuleshova // Applied Sciences. – 2022. – T. 12. – № 20. – C. 10610.

6. Бортникова, С.Б. Летучесть химических элементов при дегидрации вторичных сульфатов / С.Б. Бортникова, Н.А. Абросимова, А.Ю. Девятова, Е.П. Шевко, **Н.В. Юркевич**, Н.К. Черный, И.В. Даниленко, Н.А. Пальчик // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2022. – Т. 333. – № 1. – С.121-133.
7. **Yurkevich, N.** Modeling the Process of Thawing of Tailings Dam Base Soils by Technological Waters / N. Yurkevich, I. Fadeeva, E. Shevko, A. Yannikov, S. Bortnikova // Applied Sciences. – 2021. – Т. 11. – № 23. – С. 11089.
8. Бортникова, С.Б. Гидрохимические и газовые аномалии на сульфидном хвостохранилище (Салаир, Кемеровская область) / С.Б. Бортникова, **Н.В. Юркевич**, А.В. Еделев, О.П. Саева, С.П. Грахова, С.С. Волынкин, Ю.Г. Карин // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2021. – Т. 332. – № 2. – С. 26-35.
9. **Yurkevich, N.V.** Time-Lapse Electrical Resistivity Tomography and Soil-Gas Measurements on Abandoned Mine Tailings Under a Highly Continental Climate, Western Siberia, Russia / N.V. Yurkevich, S.B. Bortnikova, V.V. Olenchenko, T.A. Fedorova, Y.G. Karin, A.V. Edelev, P.S. Osipova, O.P. Saeva // Journal of Environmental and Engineering Geophysics. – 2021. – Т. 26. – № 3. – С. 227-237.
10. Bortnikova, S. Gas Anomalies in the Air Above the Sulfide Tailings and Adjacent Soils in Komsomolsk Settlement (Kemerovo Region, Russia) / S. Bortnikova, A. Devyatova, **N. Yurkevich**, S. Grakhova, A. Ogudov, N. Zubtsovskaya, A. Edelev, S. Volynkin // Water, Air, & Soil Pollution. – 2021. – Т. 232. – № 10. – С. 1-11.
11. **Yurkevich, N.** Cyanides, Arsenic, and Noble Metals in Abandoned Gold Ore Cyanidation Tailings and Surface Waters in a Permafrost Region (Transbaikal Territory, Russia) / N. Yurkevich, V. Olenchenko, S. Bortnikova, O. Saeva, T. Korneeva // Mine Water and the Environment. – 2021. – Т. 40. – № 4. – С. 943-955.
12. Bortnikova, S.B. Arsenic and metal quantities in abandoned arsenide tailings in dissolved, soluble, and volatile forms during 20 years of storage / S.B. Bortnikova, **N.V. Yurkevich**, O.L. Gaskova, S.S. Volynkin, A.V. Edelev, S.P. Grakhova, O.I. Kalnaya, A.Sh. Khusainova, M.P. Gora, A.A. Khvashchevskaya, O.P. Saeva, V.A. Podolynnaya, V.V. Kurovskaya // Chemical Geology. – 2021. – Т. 586. – С. 120623.
13. Bortnikova, S.B. Element transfer by a vapor-gas stream from sulfide mine tailings: from field and laboratory evidence to thermodynamic modeling / S.B. Bortnikova, **N.V. Yurkevich**, O.L. Gaskova, A.Y. Devyatova, I.I. Novikova, S.S. Volynkin, A.V. Mytsik, V.A. Podolinnaya // Environmental Science and Pollution Research. – 2021. – Т. 28. – № 12. – С. 14927-14942.
14. Olenchenko, V.V. Electrical Resistivity Dynamics Beneath the Weathered Mine Tailings in Response to Ambient Temperature / V.V. Olenchenko, P.S. Osipova, **N.V. Yurkevich**, S.B. Bortnikova // Journal of Environmental & Engineering Geophysics. – 2020. – Т. 25. - № 1. – С. 55-63.

15. Bortnikova, S. Chemical treatment of highly toxic acid mine drainage at a gold mining site in Southwestern Siberia, Russia / S. Bortnikova, O. Gaskova, **N. Yurkevich**, O. Saeva, N. Abrosimova // Minerals. – 2020. – T. 10. – № 10. – C. 867.
16. Bortnikova, S. Mechanisms of low-temperature vapor-gas streams formation from sulfide mine waste / S. Bortnikova, **N. Yurkevich**, A. Devyatova, O. Saeva, O. Shubaeva, A. Makas, M. Troshkov, N. Abrosimova, M. Kirillov, T. Korneeva, T. Kremleva, N. Fefilov, G. Shigabaeva // Science of the Total Environment. – 2019. – T. 647. – C. 411-419.
17. Bortnikova, S. Gas transfer of metals during the destruction of efflorescent sulfates from the Belovo plant sulfide slag, Russia / S. Bortnikova, N. Abrosimova, **N. Yurkevich**, V. Zvereva, A. Devyatova, O. Gaskova, O. Saeva, T. Korneeva, O. Shubaeva, N. PalChik, V. Chernukhin, A. Reutsky // Minerals. – 2019. – T. 9. – № 6. – C. 344-344.
18. **Yurkevich, N.** Sulfur and Nitrogen Gases in the Vapor Streams from Ore Cyanidation Wastes at a Sharply Continental Climate, Western Siberia, Russia / N. Yurkevich, S. Bortnikova, N. Abrosimova, A. Makas, V. Olenchenko, N. Yurkevich, A. Edelev, O. Saeva, A. Shevko // Water, Air, and Soil Pollution. – 2019. – T. 230. – № 12. – C. 307.
19. Bortnikova, S. Mechanisms of low-temperature vapor-gas streams formation from sulfide mine waste / S. Bortnikova, **N. Yurkevich**, A. Devyatova, O. Saeva, O. Shubaeva, A. Makas, M. Troshkov, N. Abrosimova, M. Kirillov, T. Korneeva, T. Kremleva // Science of the Total Environment. – 2019. – T. 647. – C. 411-419.
20. Bortnikova, S. Characterization of a gold extraction plant environment in assessing the hazardous nature of accumulated wastes (Kemerovo region, Russia) / S. Bortnikova, V. Olenchenko, O. Gaskova, N. Abrosimova, E. Shevko, L. Eder // Applied Geochemistry. – 2018. – T. 93. – C. 145-157.
21. Bortnikova, S.B. Assessment of emissions of trace elements and sulfur gases from sulfide tailings / S.B. Bortnikova, **N.V. Yurkevich**, N.A. Abrosimova, A.Y. Devyatova, A.V. Edelev, A.L. Makas, M.L. Troshkov // Journal of Geochemical Exploration. – 2018. – T. 186. – C. 256-269.
22. Korneeva, T.V. Geochemical modeling of heavy metals behavior in technogenic systems / T.V. Korneeva, **N.V. Yurkevich**, O.P. Saeva // Bulletin of the Tomsk Polytechnic University, Geo Assets Engineering. – 2018. – T. 329. – № 3. – C. 89-101.
23. Эпов, М.И. Определение состава горно-рудных отходов геохимическими и геофизическими методами (на примере хвостохранилища Салаирского горно-обогатительного комбината) / М.И. Эпов, **Н.В. Юркевич**, С.Б. Бортникова, Ю.Г. Карин, О.П. Саева // Геология и геофизика. – 2017. – Т. 58. – № 12. – С. 1944-1954.
24. Korneeva, T.V. Geochemical features of migration flows in the impact zone of mining technogenesis (Mednogorsk) / T.V. Korneeva, **N.V. Yurkevich**, P.G. Aminov // Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering. – 2017. – T. 328. – № 2. – C. 85-94.
25. **Yurkevich N.V.** Geophysical investigations for evaluation of environmental pollution in a mine tailings area / **N.V. Yurkevich**,

- N.A. Abrosimova, S.B. Bortnikova, Y.G. Karin, O.P. Saeva // Toxicological & Environmental Chemistry. – 2017. – Т. 99. – № 9-10. – С. 1328-1345.
26. **Yurkevich, N.V.** Geochemical anomalies in two sulfide-bearing waste disposal areas: Fe, Cu, Zn, Cd, Pb, and As in contaminated waters and snow, Kemerovo and Chelyabinsk regions, Russia / N.V. Yurkevich, O.P. Saeva, Y.G. Karin // Toxicological & Environmental Chemistry. – 2015. – Т. 97. – № 1. – С. 1-14.
27. Саева, О.П. Определение эффективности нейтрализации кислого дренажа геохимическими барьерами на основе природных материалов с помощью метода РФА-СИ / О.П. Саева, **Н.В. Юркевич**, В.Г. Кабанник, Ю.П. Колмогоров // Известия РАН. Серия физическая. – 2013. – Т. 77. – № 2. – С. 236-239.
28. **Yurkevich, N.V.** As mobility in two mine tailings drainage systems and its removal from solution by natural geochemical barriers / N.V. Yurkevich, O.P. Saeva, N.A. Pal'chik // Applied geochemistry. – 2012. – Т. 27. – С. 2260-2270.
29. **Юркевич, Н.В.** Осаждение металлов, мышьяка и сурьмы из дренажного потока на карбонатном барьеере по данным анализа РФА-СИ / Н.В. Юркевич, С.Б. Бортникова, С.А. Лапицкий, М.А. Фроликова, Ю.П. Колмогоров, О.П. Саева // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. – 2008. – № 11. – С. 52-56.
30. **Ожерельева*, Н.В.** Исследование взаимодействия воды с высокосульфидными отходами Карабашского медеплавильного комбината (Челябинская область) / Н.В. Ожерельева*, С.Б. Бортникова // Химия в интересах устойчивого развития. – 2006. – № 4. – С. 403-412.
- 31.

На автореферат диссертации поступило 20 отзывов (все положительные, из них 7 без замечаний) от: 1) д.г.-м.н., профессора отделения геологии Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» Язикова Егора Григорьевича (г. Томск); 2) д.г.н., главного научного сотрудника лаборатории гидрологии и гидрографии Института водных и экологических проблем ДВО РАН Махинова Алексея Николаевича (г. Хабаровск); 3) д.г.-м.н., главного научного сотрудника лаборатории геохимии гипергенных процессов Дальневосточного геологического института ДВО РАН Зверевой Валентины Павловны (г. Владивосток); 4) д.т.н., директор Института проблем промышленной экологии Севера – обособленного подразделения ФГБУН ФИЦ «Кольский научный центр» Макарова Дмитрия Викторовича (г. Апатиты); 5) к.г.-м.н., доцента, ведущего научного сотрудника лаборатории лаборатории охраны геологической среды и взаимосвязи поверхностных и подземных вод геологического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» Лапицкого Сергея Анатольевича (г. Москва); 6) д.г.-м.н., главного научного сотрудника лаборатории геоэкологии и гидрографии ФГБУН Института природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН Борзенко Светланы Владимировны, к.г.-м.н., научного сотрудника лаборатории геоэкологии и гидрографии ФГБУН Института природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН (г. Чита); 7) д.г.-м.н., доцента по

кафедре геоэкологии и геохимии, профессора отделения геологии Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» Таловской Анны Валерьевны (г. Томск); 8) к.г.-м.н., старшего научного сотрудника лаборатории моделирования динамики эндогенных и техногенных систем ФГБУН Института геологии и минералогии им В.С. Соболева СО РАН Богуславского Анатолия Евгеньевича (г. Новосибирск); 9) д.э.н., доцента, ведущего научного сотрудника отдела темпов и пропорций промышленного производства ФГБУН Института экономики и организации промышленного производства СО РАН (г. Новосибирск) Тагаевой Татьяны Олеговны; 10) д.б.н., заведующего лаборатории рекультивации почв ФГБУН Института почвоведения и агрохимии СО РАН (г. Новосибирск) Соколова Дениса Александровича; 11) д.э.н., профессора заведующей кафедрой политической экономии Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» Филимоновой Ирины Викторовны; 12) д.г.-м.н., старшего научного сотрудника лаборатории прогнозно-металлогенических исследований ФГБУН Института геологии и минералогии им В.С. Соболева СО РАН Артамоновой Светланы Юрьевны (г. Новосибирск); 13) к.г.-м.н., начальника эксплуатационно-хозяйственного отдела Северо-Кавказского горно-металлургического института (Государственного технологического университета) Оганесяна Эмила Хачатуровича (г. Владикавказ); 14) д.т.н., профессора кафедры инженерных проблем экологии Новосибирского государственного технического университета Александрова Виктора Юрьевича; 15) д.б.н., профессора, заслуженного эколога РФ, главного научного сотрудника ФБУ «Дальневосточный НИИ лесного хозяйства» Крупской Людмилы Тимофеевны; 16) д.б.н., заместителя директора по науке ФГБУН Института водных и экологических проблем СО РАН Пузанова Александра Васильевича (г. Барнаул); 17) д.г.н., в.н.с. научно-исследовательской лаборатории биогеохимии техногенных ландшафтов Естественнонаучного института Пермского государственного национального исследовательского университета Хайрулиной Елены Александровны (г. Пермь); 18) к.г.-м.н., заслуженного эколога РФ, заместителя директора Естественнонаучного института Пермского государственного национального исследовательского университета Максимовича Николая Георгиевича, д.г.-м.н., ведущего научного сотрудника лаборатории геологии техногенных процессов Естественнонаучного института Пермского государственного национального исследовательского университета Хмурчика Вадима Тарасовича (г. Пермь); 19) к.г.-м.н., с.н.с. лаборатории экологической геохимии и эволюции геосистем ФГБУН Института геохимии им А.П. Виноградова СО РАН Белоголовой Галины Александровны, д.г.н., заведующей лаборатории экологической геохимии и эволюции геосистем ФГБУН Института геохимии им А.П. Виноградова СО РАН Безруковой Елены Вячеславовны (г. Иркутск); 20) д.б.н., доцента, ведущего научного сотрудника лаборатории рекультивации почв ФГБУН Института почвоведения и агрохимии СО РАН Артамоновой Валентины Сергеевны (г. Новосибирск).

В отзывах отмечено, что диссертационная работа является серьёзным научным исследованием, решающим крупную научную проблему и вносящим вклад в теорию и практику исследования техногенных экосистем, сформированных из заброшенных отходов горнорудного производства, для решения задач в области экологической геохи-

мии и геохимического мониторинга окружающей среды. Подчеркивается значительный объем экспериментальных данных, 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 и вопросы касаются:

1) обоснования выбора методов бактериологических исследований (ведущая организация, официальный оппонент Удачин В.Н., официальный оппонент Плюснин А.М., Хайрулина Е.А., Артамонова В.С.), 2) алгоритма газоаналитических исследований (ведущая организация, официальный оппонент Удачин В.Н., официальный оппонент Плюснин А.М., Язиков Е.Г., Макаров Д.В.), 3) эффективности гравитационной технологии обогащения отходов (ведущая организация, официальный оппонент Удачин В.Н., официальный оппонент Лолаев А.Б., Язиков Е.Г., Макаров Д.В., Тагаева Т.О., Хайрулина Е.А.), 4) концентрации ртути в веществе отходов Комсомольской золотоизвлекательной фабрики (ведущая организация), 5) неточности изображения дренажного стока на рис. 4.17 (ведущая организация), 6) сути анализа главных компонент (ведущая организация), 7) учета форм нахождения металлов при расчете их ресурсов (официальный оппонент Удачин В.Н.), 8) взаимосвязи дифференциации вещества отходов и удельного электрического сопротивления (официальный оппонент Удачин В.Н., Язиков Е.Г.), 9) обоснованности терминов «мерзлота», «мерзлая порода», «вещество» (официальный оппонент Удачин В.Н.), «сезонно-таль слой» (официальный оппонент Лолаев А.Б.), целесообразности замены термина «техногенная экосистема» на «техногенная геосистема» (официальный оппонент Плюснин А.М.), 10) учета дебита природных водотоков, в которые впадают техногенные потоки, при формировании гидрохимических аномалий (официальный оппонент Удачин В.Н., Артамонова С.Ю.), 11) факторов развития техногенных экосистем Сибири, их классификации (официальный оппонент Лолаев А.Б., Борзенко С.В., Чечель Л.П., Филимонова И.В.), 12) дополнительных исследований теплового загрязнения в районе техногенных экосистем (официальный оппонент Лолаев А.Б., Богуславский А.Е.).

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что Удачин Валерий Николаевич, Плюснин Алексей Максимович и Лолаев Алан Батразович являются высококвалифицированными специалистами в области экологической геохимии и геохимического мониторинга окружающей среды. Оппоненты имеют многочисленные 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 деятельности полностью соответствует тематике диссертации, а специалисты могут объективно и аргументированно оценить научную и практическую значимость диссертационной работы.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненным соискателем исследований разработана научная концепция комплексного изучения техногенных экосистем, которая позволила выявить закономерности их эволюции во времени и в разных климатических условиях. Алгоритм исследования заброшенных мест складирования отходов горнорудного производства включает: 1) геохимическое опробование,

лабораторные эксперименты и термодинамическое моделирование для оценки их кислотопродуцирующего потенциала и выявления форм нахождения элементов в поровых растворах, 2) геофизические изыскания для определения зональности техногенных отложений, 3) подсчёты объемов хранилищ, ресурсов ценных и токсичных компонентов в них, 4) экономические оценки экологического ущерба, рентабельности переработки техногенного сырья и рекультивации нарушенных территорий. Доказано, что применение методов электроразведки позволяет визуализировать и количественно описать строение техногенных систем. Установлены особенности процессов окислительного выщелачивания металлов и металлоидов из вещества отходов в зоне гиперкриогенеза. Показана сезонная и суточная вариабельность состава атмосферного воздуха над поверхностью сульфидсодержащих отходов. Впервые обнаружено формирование в этих условиях сероуглерода, газа второго класса опасности. Показана целесообразность переработки техногенных экосистем с извлечением золота и барита (на примере Комсомольского хвостохранилища и Урских отвалов в Кемеровской области).

Теоретическая значимость исследования связана с разработкой концепции комплексного изучения техногенных экосистем, которая позволила выявить закономерности их эволюции во времени и в разных климатических условиях.

Доказаны следующие положения:

- Применение методов электроразведки позволяет визуализировать и количественно описать строение техногенных систем, поскольку геохимическая дифференциация вещества за время хранения сульфидсодержащих отходов обогащения приводит к формированию градиентной зональности удельного электрического сопротивления (УЭС): значения УЭС 1-20 Ом·м соответствуют слабо-окисленным тонкозернистым отложениям, а гипергенно-трансформированные горизонты характеризуются УЭС 21-300 Ом·м.
- Процессы окислительного выщелачивания металлов и металлоидов из вещества отходов интенсифицируются в зоне гиперкриогенеза на границе техногенных отложений и мёрзлых пород за счёт сезонного колебания температур. С дренажными потоками химические элементы попадают в горизонты подземных вод и далее – в поверхностные водотоки, в результате чего формируются гидрохимические аномалии на расстоянии до 10 км от хранилищ.
- Сезонные и суточные колебания температуры способствуют продукции серо-, азот- и углеродсодержащих газов из вещества сульфидсодержащих отходов. Под снежным покровом при низких положительных температурах генерация газов интенсифицируется по сравнению с открытыми участками. За эмиссию метилированных форм серосодержащих соединений (диметилсульфид – до 420 мкг/м³) отвечают бактерии *Bacillus Mycoides*.
- Сопоставление объемов техногенных экосистем, ресурсов цветных и благородных металлов в каждом из объектов, полученных в результате применения авторской геохимико-геофизической методики, с экологическими ущербами от загрязнения водных и земельных ресурсов и стоимостью природовосстановительных мероприятий указывает на целесообразность переработки с извлечением золота и барита (на примере Комсомольского хвостохранилища и Урских отвалов в Кемеровской области).

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики

заключается в создании научно обоснованной схемы экспертной оценки экологической опасности складирования отходов при добыче сульфидсодержащих руд с учетом экономической составляющей. Разработанная геохимико-геофизическая методика была использована для определения геоэлектрической зональности Гайского хвостохранилища (Оренбургская область) по заказу ООО «Рециклинг» для оценки объемов техногенного тела и ресурсов ценных компонентов. Информация о составе отходов Урских отвалов, в частности, концентрации в них барита, с предложениями по технологии обогащения была учтена при расчёте технико-экономического обоснования по заказу «Газпромнефти» с целью производства буровых растворов. Продолжаются работы по выделению минералов с минимальным количеством примесей. Комплекс мероприятий по оконтуриванию зон фильтрации дренажных вод в теле хвостохранилища был проведен по заказу ГК ПАО «Норникель». Научно обоснованные рекомендации по паспортизации заброшенных хранилищ горнодобывающей промышленности и составлению реестра предложены в качестве поправок к «Стратегии социально-экономического развития Сибири и Арктики» и предложены в резолюции правительству РФ по итогам заседания научного совета по глобальным экологическим проблемам (НС ГЭП РАН) в 2023 г.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что в основу диссертации легла представительная выборка фактического материала, полученного с применением комплексного подхода на основе современных геофизических, геохимических и эконометрических методов, точность которых обеспечивается внутренним и внешним контролем анализов и расчётов. В диссертационной работе представлены результаты исследований по тематике геохимии техногенеза и экологической геофизики, проводимые с 2003 года автором лично в составе научного коллектива ОИГМ, а затем ИГМ и ИНГГ СО РАН. Методология работ базируется на трех основных блоках: 1) полевые геохимические и геофизические исследования; 2) лабораторные анализы химического состава вещества и растворов; 3) эксперименты и прогнозные расчёты. Были применены современные высокоточные методы электротомографии, портативной газоаналитической съемки, рентгенофлюоресцентного анализа (РФА), рентгенофлюоресцентного анализа с синхротронным излучением (РФА-СИ), масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой, потенциометрии, титриметрии, турбидиметрии, рентгеноструктурного анализа (РСТА), электрон-ной сканирующей микроскопии, газовой хромато-масс-спектрометрии (ГХ-МС). Использовано высокоточное оборудование: многоэлектродная электроразведочная станция «Скала-48» (разработка ИНГГ СО РАН, Новосибирск), газоанализатор ГАНК-4 (Москва), спектрометры ELAN-9000 DRC-e, Agilent-7700x, Agilent-7900 (США), электронный микроскоп Jeol JSM-6380 LA (Япония). Обработка данных и расчеты проведены с применением современного программного обеспечения: программа AMDIS и базы данных масс-спектров электронной ионизации (NIST 2017) для обработки данных ГХ-МС, программные продукты Siber Tools, Res2DInv, Res3DInv, Voxler, Surfer при фильтрации, инверсии и визуализации результатов электротомографических измерений, программные комплексы Visual Minteq 3.0, Wateq4F для моделирования форм перехода химических элементов из вещества отходов в водный раствор и дальнейшей их миграции с дренажными и речными водами.

Личный вклад соискателя заключается в постановке задач, создании системы наблюдений за техно-генными экосистемами на базе геофизических и геохимических методов, отборе проб воды, газов и твердого вещества для лабораторных анализов,

проводении полевых измерений физико-химических параметров техногенного вещества, порового и дренажного растворов, расчете форм нахождения элементов в системе раствор – твердая фаза, постановке лабораторных и численных экспериментов по моделированию геохимических барьеров, интерпретации полученной информации. Результаты исследований доложены и апробированы на российских и зарубежных конференциях, опубликованы в 30 статьях в ведущих российских и зарубежных журналах, входящих в перечень ВАК и международные базы данных WoS и Scopus, нашли отражение в двух зарегистрированных патентах на изобретения.

На заседании 18 октября 2024 г. диссертационный совет принял решение присудить Юркевич Наталии Викторовне учёную степень доктора геолого-минералогических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 17 докторов наук по специальности 1.6.4, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» - 18, «против» - 0, «недействительных бюллетеней» - 0.

Председатель диссертационного совета,
академик РАН

Н.П. Похilenко

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

О.Л. Гаськова

22.10.2024 г.