

Центр коллективного пользования «Центр исследования минерального сырья»

К.В. Прохоров✉, А.В. Гладырь, М.И. Рассказов

*Институт горного дела Дальневосточного отделения Российской академии наук,
г. Хабаровск, Российская Федерация*
✉kostyan1986_ne@mail.ru

Аннотация: Поддержание минерально-сырьевой базы благородных металлов и развитие остальных на уровне, обеспечивающим удовлетворение внутренних потребностей в минеральном сырье и разумных объемов экспорта должно быть связано главным образом с масштабным вовлечением в разработку сырья рудных, россыпных и техногенных месторождений сложного вещественного состава. Обеспечить это возможно с развитием фундаментальных и научно-прикладных исследований на основе эффективного применения технологического и аналитического оборудования и физико-химических методов для изучения вещественного, минерального состава. С этой целью в Хабаровском федеральном исследовательском центре функционирует Центр коллективного пользования «Центра исследования минерального сырья». В статье приведено описание Центра, его структуры и взаимодействия с базовой организацией и учебными заведениями. Результатом подобной интеграции являются дипломные, диссертационные работы, патенты на изобретения, а также научные труды высокого качества, индексируемые в международных базах данных. Представлены основные направления работ с кратким описанием оборудования каждого подразделения. Ведущиеся в Центре научно-исследовательские работы позволяют обеспечить необходимые потребности пользователей в полном объеме. Ежегодно услугами Центра пользуются более 20 организаций-пользователей.

Ключевые слова: центр коллективного пользования, аналитика, пробоподготовка, физико-механические свойства, обогащение

Для цитирования: Прохоров К.В., Гладырь А.В., Рассказов М.И. Центр коллективного пользования «Центр исследования минерального сырья». *Горная промышленность*. 2020;(4):120–124. DOI: 10.30686/1609-9192-2020-4-120-124.

Centre for Mineral Research' Core Shared Research Facilities

K.V. Prokhorov✉, A.V. Gladyr, M.I. Rasskazov

Institute of Mining, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Khabarovsk, Russian Federation
✉kostyan1986_ne@mail.ru

Abstract: Maintaining the mineral resource base of noble metals and developing the other metals at a level that meets domestic demand for minerals and supports reasonable export volumes should be done primarily by large-scale involvement of ore, placer and man-made deposits with complex material composition. It is possible to provide this through development of fundamental and applied research based on effective application of the technological and analytical equipment as well as physical and chemical methods to study the material and mineral composition. For this purpose, the Khabarovsk Federal Research Centre operates the 'Centre for Mineral Research' Core Shared Research Facilities. The paper contains a description of the Centre, its structure and interaction with the host organization and educational institutions. Such integration has resulted in graduation papers, dissertations, patents for inventions, as well as high quality scientific works indexed in international databases. The basic research directions together with a brief description of instruments and equipment available at each division are presented. The research and development work carried out at the Centre makes it possible to fully meet the needs of its users. Over 20 different organizations use the Centre's services annually.

Keywords: Core Shared Research Facilities, analytics, sample preparation, physical and mechanical properties, mineral processing

For citation: Prokhorov K.V., Gladyr A.V., Rasskazov M.I. 'Centre for Mineral Research' Core Shared Research Facilities. *Gornaya promyshlennost* = Russian Mining Industry. 2020;(4):120–124. (In Russ.) DOI: 10.30686/1609-9192-2020-4-120-124.

Введение

Высокий минерально-сырьевой потенциал рудных полезных ископаемых является для Дальнего Востока неоспоримым фактом. Однако рудо-сырьевая база Дальневосточного региона, еще недавно занимавшая важное место, последнее время утратила свое положение (за исключением добычи драгоценных металлов) [1]. Поддержание минерально-сырьевой базы благородных металлов и развитие остальных на уровне, обеспечивающим

удовлетворение внутренних потребностей в минеральном сырье и разумных объемов экспорта должно быть связано главным образом с масштабным вовлечением в разработку сырья рудных, россыпных и техногенных месторождений сложного вещественного состава. Для реализации подобных планов необходимо развитие фундаментальных и научно-прикладных исследований на основе эффективного применения технологического и аналитического оборудования и физико-химических

методов для изучения вещественного, минерального состава. В связи с этим в Хабаровском федеральном исследовательском центре ДВО РАН актуальными работами являются [2–4] проведение научных исследований, ориентированных на создание безопасных технологий добычи полезных ископаемых открытым и закрытым способом, эффективных инновационных технологий переработки минерального и техногенного сырья, содержащего сложноразделяемые формы полезных компонентов.

Структура ЦКП и основные направления деятельности

Центр коллективного пользования (ЦКП) «Центр исследования минерального сырья» является структурным подразделением Хабаровского федерального исследовательского центра ДВО РАН (ХФИЦ ДВО РАН). Центр был создан в 2007 г. для обеспечения научных проектов возможностями экспериментальных работ на укрупненном лабораторном оборудовании.

В состав ЦИМС входят следующие подразделения:

1. Сектор приема, хранения и первичной подготовки проб.

В секторе приема и первичной подготовки проб осуществляется сортировка поступающих образцов и временное их хранение. При необходимости, если образцы не были подготовлены заказчиком, производится подготовка, которая включает сушку, дробление, квартование (деление), и упаковка материала. Сектор оснащен дробильным, истирающим и делительным оборудованием производства Новой Зеландии, Германии, России. После всех стадий преобразования проб данные о них заносятся в журнал.

2. Сектор аналитического контроля вещественного состава проб.

Перед разработкой технологии переработки поступающих объектов необходимо определить характеристики и особенности материала. Результаты данных исследований являются основой для составления рекомендаций того или иного способа переработки.

Оборудование контроля вещественного состава ЦКП «ЦИМС» представлено широкой линейкой микроскопов производства Японии и Германии и необходимым оборудованием для подготовки образцов.

3. Сектор исследования вещественного состава химическими методами.

Одними из главных показателей технологических процессов, разрабатываемых ЦКП «ЦИМС», являются распределение и концентрирование ценных компонентов. Для определения количественных показателей используются анализы состава исходных материалов и продуктов переработки.

Сектор исследования химического состава представлен анализаторами различного принципа действия (рентгенофлуоресцентный, спектральный, атомно-абсорбционный и др.) производства Японии, США, России.

4. Сектор процессов обогащения полезных ископаемых.

Данный сектор условно разделен на отделения гравитационного обогащения (концентрационные столы, отсадочные машины, концентраторы), магнитного обогащения (магнитные сепараторы постоянного действия и электромагнитные сепараторы), флотационный блок и др. Данное оборудование позволяет разрабатывать комбинированные схемы обогащения и концентрации различных рудных (в том числе упорных), углистых, техногенных материалов.

5. Сектор физико-механических исследований.

Одни из основных испытаний, которые проводятся данным сектором, – это определение предела прочности пород методом одноосного сжатия (ГОСТ 21153.2–84). Настоящий стандарт распространяется на твердые (скальные и полускальные) горные породы с пределом прочности при одноосном сжатии не менее 5 МПа. Для проведения испытания используется пресс ToniPACT II–2091 (Германия), обеспечивающий постоянную скорость деформирования образца 1,5 кН/с (рис. 3). Также проводятся испытания по определению предела прочности пород на одноосное растяжение (ГОСТ 21153.3–85), где используется пресс ToniNORM – 2020 (Германия).

После проведения этих испытаний строится паспорт прочности горных пород, который рассчитывается по ГОСТ 21153.8–88 для определения сцепления и угла внутреннего трения горных пород.

Согласно линейной теории упругости основные упругие свойства характеризуются двумя параметрами: модулем Юнга и коэффициентом Пуассона. Для их определения используется оборудование, прилагаемое к прессу ToniPACT II–2091, а также программное обеспечение, использующее методику обработки измеренных данных в соответствии с международным стандартом ISO 6784.

Научно-исследовательская деятельность сотрудников ЦИМС не ограничивается пределами Дальневосточного региона. За последние годы было налажено взаимовыгодное сотрудничество с рядом отечественных предприятий горной промышленности, к которым относятся ПАО «ППГХО», ПАО «ФосАгро», АО «ГМК Дальполиметалл», ПАО АК «АЛРОСА» и др. Ведутся работы, связанные с привлечением зарубежных партнеров для организации совместной научно-исследовательской деятельности. Использование научных результатов, полученных на базе методического обеспечения ЦИМС, позволяет эффективно развивать смежные научно-практические направления исследований и разработок Хабаровского Федерального исследовательского центра ДВО РАН, относящихся к области прогнозирования удароопасного состояния горных пород [5; 6].

Основная функция деятельности ЦИМС состоит в обеспечении экспериментальной и научно-методической поддержки научно-исследовательских работ институтов ДВО РАН и других организаций в области геологии, технологии горных работ, геомеханики, процессов обогащения полезных ископаемых и экологии.

К основным направлениям деятельности Центра относятся:

1. Технологические исследования минерального и техногенного сырья с целью определения вещественного состава и обоснования рациональных технологических схем его переработки и обогащения.

2. Определение гранулометрических характеристик удельной поверхности различных минеральных объектов.

3. Разработка физико-химических методов повышения эффективности процессов обогащения полезных ископаемых.

4. Исследования элементного состава руд, минералов, металлов и сплавов, почв, технологических растворов и других объектов различными анализами.

5. Количественный анализ благородных металлов методами атомно-абсорбционной, атомно-эмиссионной спектроскопии.

6. Исследования физико-механических свойств образцов горных пород и др.

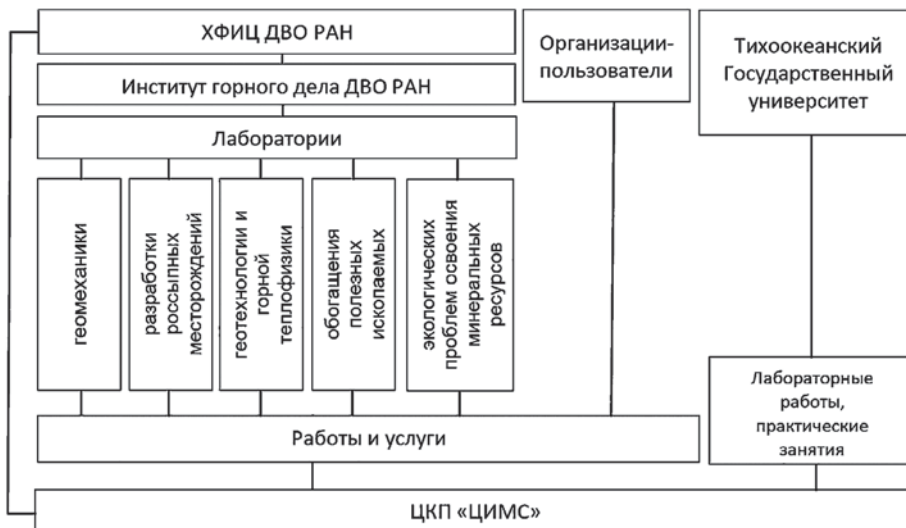


Рис. 1
Диаграмма целевого взаимодействия подразделений ЦКП

Fig. 1
Diagram of targeted interaction between CSR units

Неотъемлемой частью работы ЦИМС является образовательная деятельность. На базе ЦКП проходят лабораторные работы и практикумы у студентов очной и заочной форм обучения по специальности «Горное дело» Тихоокеанского государственного университета. Ежегодно ЦКП «ЦИМС» проводит открытые лаборатории для школьников Хабаровска. На экскурсии школьников знакомят со всем техническим и аналитическим оборудованием. На примере конкретной технологической схемы показывают, как проходит процесс исследования и обработки руды.

На рис. 1 представлена диаграмма функционирования ЦКП.

Сформированная таким образом система ЦИМС является структурой, обеспечивающей многоуровневую системную интеграцию академической и прикладной науки, а также высшей школы с целью интенсификации научных исследований и образования. Результатом подобной интеграции являются дипломные, диссертационные работы [7], патенты на изобретения [8], а также научные труды высокого качества, индексируемые в международных базах данных [9; 10].

Функционирование ЦИМС

Основу функционирования ЦКП составляет режим коллективного пользования дорогостоящим приборным, техническим и технологическим оборудованием участниками ЦКП, а также сторонними пользователями, которые пользуются услугами ЦКП. Дирекция базовой организации (ХФИЦ ДВО РАН) принимает заявки на проведение исследований; формирует портфель проектов ЦКП; организует выполнение научно-исследовательских работ; осуществляет учет и распределение приборного времени; направляет развитие структуры услуг при коллективном, конвейерном и других видах использования научного оборудования.

Охрана авторских прав, патентное и лицензионное обеспечение полученных результатов, методик, технологий, программных средств и иных авторских разработок, соблюдение норм интеллектуальной собственности осуществляются в соответствии с действующим законодательством РФ.

Заключение

Ведущиеся в ЦИМС научно-исследовательские работы позволяют обеспечить необходимые потребности пользо-

вателей в полном объеме. Ежегодно услугами ЦКП «ЦИМС» пользуются более 20 организаций-пользователей. При разработке предложений и рекомендаций по каждой услуге делается акцент на соответствии применяемых стандартов, методик и решений требованиям ГОСТ, ТУ, ISO.

В заключение представлен ряд аналитического и исследовательского оборудования ЦКП «ЦИМС». На рис. 2 показан универсальный спектральный комплекс «Гранд-Поток» фирмы ООО «ВМК-Оптоэлектроника» (Россия), предназначенный для проведения экспресс определения состава порошковых проб природного и промышленного происхождения.



Рис. 2
Атомно-эмиссионный комплекс «Гранд-Поток»

Fig. 2
'Grand' Optical-Emission Spectrometer

На рис. 3 изображены испытательные машины ToniNORM и ToniPACT II фирмы Toni Technick Baustoffprüfsystem GmbH (Германия). С помощью данных машин производят измерение силы, возникающей при деформации образца при определении механических характеристик строительных материалов (прочности на сжатие и на изгиб, модуля Юнга бетона, бетонных изделий и строительных камней всех типов).

На рис. 4 представлена работа лабораторий обогащения полезных ископаемых и разработки россыпных месторождений ИГД ДВО РАН на щековой дробилке. Работа выполнялась для организации-пользователя, занимающейся геологической разведкой новых месторождений золота на Дальнем Востоке.



Рис. 3
Испытательные машины
ToniNORM и ToniPACT II

Fig. 3
ToniNORM and ToniPACT II
Testing Machines



Рис. 4
Подготовка исходного
материала для исследования на
содержание золота

Fig. 4
Preparation of the source
material to assess its gold
content



Рис. 5
Атомно-абсорбционный
спектрометр AA-7000

Fig. 5
AA-7000 Atomic Absorption
Spectrophotometer

На рис. 5 приведен двухлучевой атомно-абсорбционный спектрометр AA-7000 (Shimadzu, Япония) для пламенного и электротермического атомно-абсорбционного анализа (ААС), позволяющий проводить высокочувствительные анализы и отличающийся компактностью, гибкой конфигурацией, полной безопасностью в работе и удобным управлением.

Всего для коллективного пользования центр предлагает свыше 20 единиц научного оборудования общей

стоимостью свыше 60 млн руб. Таким образом, оснащение ЦИМС позволяет проводить исследования широкого спектра. Используется при разработке инновационных фундаментально-прикладных методов и технологий.

С более подробным описанием имеющегося оборудования в ЦКП «ЦИМС» можно ознакомиться на портале: Центры коллективного пользования научным оборудованием и уникальные научные установки (<http://ckp-rf.ru/>).

Список литературы

1. Архипов Г.И. *Минеральные ресурсы горнорудной промышленности Дальнего Востока: стратегическая оценка возможностей освоения*. Хабаровск: Институт горного дела ДВО РАН; 2017.
2. Рассказов М.И., Терешкин А.А., Цой Д.И. Оценка напряжённого состояния массива месторождения «Пионер» на основе акустико-эмиссионного эффекта памяти горных пород. *Проблемы недропользования*. 2019;(2):62–67. DOI: 10.25635/2313-1586.2019.02.062.
3. Рассказов И.Ю., Петров В.А., Гладырь А.В., Тюрин Д.В. Геодинамический полигон Стрельцовского рудного поля: практика и перспективы. *Горный журнал*. 2018;(7):17–21. DOI: 10.17580/gzh.2018.07.02.
4. Рассказов М.И., Гладырь А.В., Терешкин А.А., Цой Д.И., Васянович Ю.А. Проведение экспериментальных исследований удароопасности горных пород на Расвумчорском месторождении с применением специальных технических средств. *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*. 2019;(S30):98–105. DOI: 10.25018/0236-1493-2019-8-30-98-105.

5. Гладырь А.В., Корчак П.А., Стрешнев А.А., Рассказов М.И., Терешкин А.А. Установка автоматизированной системы контроля горного давления «PROGNOZ ADS» на опытном участке объединенного кировского рудника АО «АПАТИТ». *Маркшейдерия и недропользование*. 2019;(4):52–56.
6. Рассказов М.И., Гладырь А.В., Терешкин А.А., Цой Д.И. Сейсмоакустическая система контроля горного давления на подземном руднике «МИР». *Проблемы недропользования*. 2019;(2):56–61. DOI: 10.25635/2313-1586.2019.02.056.
7. Прохоров К.В. Разработка технологии извлечения ценных компонентов из золошлакового материала (на примере зол ТЭЦ Хабаровскэнерго): дис. ... канд. техн. наук: 25.00.13. Хабаровск; 2015. Режим доступа: <http://www.dslib.net/obogawenie/razrabotka-tehnologii-izvlechenija-cennyh-komponentov-iz-zoloshlakovogo-materiala.html>
8. Прохоров К.В., Александрова Т.Н., Богомяков Р.В. Способ извлечения железосодержащих компонентов из техногенного материала тонкого класса. Патент на изобретение RU 2486012 C1, 27.06.2013. Заявка № 2012115895/02 от 19.04.2012.
9. Rasskazov M., Gladyr A., Tereshkin A., Rasskazova A., Tsoy D., Konstantinov A. The research of burst hazard of the rocks massif of Rasvumchorr mineral deposit according to seismoacoustic monitoring. *E3S Web of Conferences*. 2019;129:01022. DOI: 10.1051/e3sconf/201912901022.
10. Секисов А.Г., Рассказова А.В., Литвинова Н.М., Кирильчук М.С. Комбинированное кучное выщелачивание сложноизвлекаемых форм золота из техногенно-трансформированного минерального сырья. *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*. 2019;(8):198–208. DOI: 10.25018/0236-1493-2019-08-0-198-208.

References

1. Arkhipov G.I. *Mineral Resources of the Far East Mining Industry: Strategic Assessment of Development Potential*. Khabarovsk: Institute of Mining, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences; 2017. (In Russ.)
2. Rasskazov M.I., Tereshkin A.A., Tsoy D.I. Assessment of stressed state of rock mass of the deposit pioneer on the basis of acoustic-emission effect of rock memory. *Problemy nedropolzovaniya*. 2019;(2):62–67. (In Russ.) DOI: 10.25635/2313-1586.2019.02.062.
3. Rasskazov I.Yu., Petrov V.A., Gladyr A.V., Tyurin D.V. Geodynamic test site in the Streltsovsky ore field: Practice and prospects. *Gornyi Zhurnal*. 2018;(7):17–21. (In Russ.) DOI: 10.17580/gzh.2018.07.02.
4. Rasskazov M.I., Gladyr A.V., Tereshkin A.V., Thoi D.I., Vasyanovich Yu.A. Research of burst hazard of rocks on Rasyumchorsk mineral deposit by application of special technical means. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2019;(S30):98–105. (In Russ.) DOI: 10.25018/0236-1493-2019-8-30-98-105.
5. Gladyr A.V., Korchak P.A., Streshnev A.A., Rasskazov M.I., Tereshkin A.A. Installation of the automated system “PROGNOZ ADS” for controlling the ground pressure on the test site of the JSC “APATIT”’s joint Kirovskiy mine. *Marksheideriya i nedropolzovanie = Mine Surveying and Subsurface Use*. 2019;(4):52–56. (In Russ.)
6. Rasskazov M.I., Gladyr A.V., Tereshkin A.A., Tsoy D.I. Seismic acoustic monitoring system of mining pressure at the underground mine MIR. *Problemy nedropolzovaniya*. 2019;(2):56–61. (In Russ.) DOI: 10.25635/2313-1586.2019.02.056.
7. Prokhorov K.V. Development of Technology to Extract Valuable Components from Ash and Slag Materials (Using Ashes from KhabarovskEnerg Central Power Plant): Thesis for Candidate’s Degree : 25.00.13. Khabarovsk; 2015. Available at: <http://www.dslib.net/obogawenie/razrabotka-tehnologii-izvlechenija-cennyh-komponentov-iz-zoloshlakovogo-materiala.html>
8. Prokhorov K.V., Aleksandrova T.N., Bogomyakov R.V. A Method to Extract Iron Containing Components from Thin Class Man-Made Materials. Patent for Invention RU 2486012 C1, 27.06.2013.
9. Rasskazov M., Gladyr A., Tereshkin A., Rasskazova A., Tsoy D., Konstantinov A. The research of burst hazard of the rocks massif of Rasvumchorr mineral deposit according to seismoacoustic monitoring. *E3S Web of Conferences*. 2019;129:01022. DOI: 10.1051/e3sconf/201912901022.
10. Sekisov A.G., Rasskazova A.V., Litvinova N.M., Kirilchuk M.S. Integrated heap leaching of rebellious gold from altered mineral waste. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2019;(8):198–208. (In Russ.) DOI: 10.25018/0236-1493-2019-08-0-198-208.

Информация об авторах

Прохоров Константин Валерьевич – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, заведующий центром коллективного пользования, Институт горного дела Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Хабаровск, Российская Федерация, e-mail: kostyan1986_ne@mail.ru.

Гладырь Андрей Владимирович – старший научный сотрудник лаборатории горной геофизики, Институт горного дела Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Хабаровск, Российская Федерация.

Рассказов Максим Игоревич – научный сотрудник лаборатории горной геофизики, Институт горного дела Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Хабаровск, Российская Федерация.

Информация о статье

Поступила в редакцию: 22.06.2020

Поступила после рецензирования: 07.07.2020

Принята к публикации: 21.07.2020

Information about the author

Konstantin V. Prokhorov – Candidate of Science (Engineering), Leading Research Scientist, Head of ‘Centre for Mineral Research’ Core Shared Research Facilities, Institute of Mining, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Khabarovsk, Russian Federation, e-mail: kostyan1986_ne@mail.ru.

Andrey V. Gladyr – Senior Research Scientist, Mining Geophysics Laboratory, Institute of Mining, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Khabarovsk, Russian Federation.

Maksim I. Rasskazov – Research Scientist, Mining Geophysics Laboratory, Institute of Mining, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Khabarovsk, Russian Federation.

Article info:

Received: 22.06.2020

Revised: 07.07.2020

Accepted: 21.07.2020