

УДК 338.27:553.3/9(571.6)

А.И. ХАНЧУК, Н.В. ЛОМАКИНА, В.В. ИВАНОВ

Научно-технологическое обеспечение долгосрочного развития минерального сектора дальневосточной экономики

Рассматриваются возможности долгосрочного развития минерально-сырьевого комплекса Дальнего Востока России, базирующиеся на результатах фундаментальных и прикладных исследований институтов Дальневосточного отделения РАН в области минеральных ресурсов и обеспечивающие к 2050 г. формирование «нового облика» минерального сектора экономики Дальневосточного региона. Форсайт (прогноз) выполнен в рамках Программы фундаментальных исследований ДВО РАН «Тихоокеанская Россия-2050».

Ключевые слова: форсайт, прогноз, минеральные ресурсы, технологии, институты ДВО РАН, Тихоокеанская Россия, Дальний Восток России.

Scientific and technical aspects of long-term development of the Russian Far East mineral sector. A.I. KHANCHUK (Far East Geological Institute, FEB RAS, Vladivostok), N.V. LOMAKINA (Institute of Economic Research, FEB RAS, Khabarovsk), V.V. IVANOV (Far East Geological Institute, FEB RAS, Vladivostok).

This paper describes prospects of long-term development of mineral-raw material complex of the Russian Far East, supported by the results of fundamental and applied research of various institutes of the Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, realization of which is capable to provide a «new appearance» of the Russian Far East economy by 2050. Foresight (forecast) has been made within the FEB RAS Program of fundamental research «Pacific Russia-2050».

Key words: foresight, forecast, mineral resources, technologies, institutes of the Far East Branch of Russian Academy of Sciences, Pacific Russia, Russian Far East.

Концепция долгосрочного развития Дальнего Востока России, базирующаяся на синтезе научно-технологических и социально-экономических прогнозов, разработана в 2009–2011 гг. в Дальневосточном отделении РАН в рамках Программы фундаментальных исследований «Тихоокеанская Россия-2050»¹. Большое внимание в данной концепции уделено минерально-сырьевому комплексу (МСК), который является одним из важнейших секторов экономики Дальнего Востока России. Оценка современного и перспективного баланса национального МСК показывает, что минеральные ресурсы Дальневосточного региона обеспечивают существенную, а по отдельным видам стратегических видов сырья определяющую долю их добычи, запасов и прогнозных ресурсов в России. Поэтому

¹ Результаты Программы фундаментальных исследований Дальневосточного отделения РАН «Тихоокеанская Россия-2050» представлены в коллективной монографии «Синтез научно-технических и экономических прогнозов: Тихоокеанская Россия-2050» [20].

ХАНЧУК Александр Иванович – академик, доктор геолого-минералогических наук, директор, *ИВАНОВ Владимир Викторович – кандидат геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией (Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, Владивосток), ЛОМАКИНА Наталья Валентиновна – доктор экономических наук, заведующая сектором (Институт экономических исследований ДВО РАН, Хабаровск).

*E-mail: aurum@fegi.ru

Исследование выполнено при поддержке грантами РГНФ (проект 11-12-27006а/Т) и ДВО РАН (проект 12-1-0-10-003).

вопросы о путях долгосрочного развития МСК, его перспективной роли в региональной и национальной экономике рассматривались как важнейшие при формировании форсайта развития Тихоокеанской России в период до 2050 г.

В рамках подпрограммы «Минеральное сырье: ресурсы и технологии» ставились следующие задачи по стратегическим направлениям развития МСК Дальнего Востока:

показать возможности разработки новых технологий поисков и оценки месторождений, выявления новых видов минерального сырья в регионе;

определить характер и степень изменения технологий, обеспечивающих комплексность, безотходность, высокую производительность при переработке природных минералогических ассоциаций;

проанализировать возможности формирования инновационно-технологических цепочек «добыча новых видов минерального сырья—создание новых продуктов—формирование новых отраслей МСК»;

оценить обеспеченность новых инновационно-технологических цепочек в МСК региона прогрессивными техническими решениями, патентами и т.д.;

выявить новые горнопромышленные районы на территории региона, охарактеризовать их специализацию и инфраструктурную обеспеченность.

Прогноз фундаментальных исследований и технологических инноваций в рамках реализации обозначенных выше стратегических задач включал не только анализ магистральных направлений развития мировой и российской науки, но и оценку уровня исследований в Дальневосточном отделении РАН в соответствующих областях². Целью настоящей статьи является инвентаризация фундаментальных и прикладных результатов исследований институтов Дальневосточного отделения РАН в области минеральных ресурсов, способных обеспечить к 2050 г. формирование «нового облика» минерального сектора экономики Дальневосточного региона.

Научно-технические решения для минерально-сырьевого комплекса Тихоокеанской России

Фундаментальными и прикладными исследованиями институтов Дальневосточного отделения РАН обоснованы возможности освоения на Дальнем Востоке новых для региона видов минерального сырья и источников получения традиционных видов минеральных ресурсов (благородных, редких и других металлов). С современных позиций, в частности, охарактеризованы металлогенические пояса, установлены основные закономерности размещения широкого круга месторождений полезных ископаемых, дан прогноз выявления новых рудных районов [3, 4].

Традиционно горнопромышленный комплекс Дальнего Востока занимался добычей благородных металлов. При ожидаемом сохранении их роли в структуре МСК на период до 2050 г. прогнозируется диверсификация источников добычи и появление принципиально новых для региона видов сырья. В настоящее время в мире предпринимаются усилия по выявлению и вовлечению в эксплуатацию крупнотоннажных или большеобъемных объектов с комплексным оруденением. Учитывая эту тенденцию, институты ДВО РАН ведут исследования по геологическим, минералого-геохимическим и иным особенностям формирования благороднометалльного оруденения в разнородных структурно-вещественных комплексах региона. Дальневосточный геологический институт (ДВГИ), Институт тектоники и геофизики (ИТиГ), Институт горного дела (ИГД) и Северо-Восточный комплексный НИИ (СВКНИИ) выполняют разноплановые исследования металлоносности углеродистых толщ седиментолитов, силицилитов и метаморфитов.

² Детально эти вопросы рассмотрены в [20].

1. В ИТиГ и других подразделениях ДВО РАН проведен рудно-формационный анализ Улканской, Кет-Капской, Удской и Преддзугджурской золотоносных площадей периферии Сибирского кратона на предмет выявления знаменитого карлинского, или невадийского (тонковкрапленного золото-(мышьяковисто)-сульфидного), золотого оруденения. Ресурсы золотого оруденения в силицилитовых горизонтах, близкого к карлинскому типу, составляют сотни тонн. Перспективными на подобное оруденение могут быть аналогичные породы в пределах Республики Саха (Якутия), Магаданской и Амурской областей.

2. В ДВГИ при исследовании месторождений графита Ханкайского массива (Приморский край) выявлена принципиальная золотая и платиноидная металлоносность графитизированных метаморфитов. Они представлены в качестве нового типа благороднометалльных образований, которые потенциально могут присутствовать также в графитовых месторождениях Хабаровского края, Еврейской автономной области и других районов Дальнего Востока. При этом в Институте химии (ИХ) ДВО РАН и ДВГИ на примере крупнообъемных проб выполнены технологические эксперименты по концентрированию и извлечению золота из графитсодержащих пород Тургеневского месторождения графитов (Приморский край) и разработана схема извлечения тонкого и ультратонкого золота. В процессе флотоселекции в пенный продукт вместе с графитом удалось извлечь до 53% платины, 63% палладия и 87% золота.

3. В несколько иных углеродистых сланцах Буреинского массива (Хабаровский край) сотрудникам ИТиГ и ДВГИ впервые установлена и разносторонне охарактеризована благороднометалльная минерализация в виде тонковкрапленного самородного золота и минералов платиноидов [27, 28].

4. Повышенные концентрации платиноидов и их субмикронные минеральные фазы обнаружены исследователями СВКНИИ на территории Магаданской области в углеродсодержащих вкрапленных золотосульфидных рудах колымских месторождений черносланцевой формации (Наталка, Дегдекан). Это позволяет более обоснованно оценить перспективы платиноносности золотых руд в черносланцевых толщах Северо-Востока России. Технология извлечения платиноидов разработана ДВГИ совместно со специалистами ОАО «Рудник им. Матросова». В результате опытно-методических работ по преаналитической подготовке золотых руд месторождения Дегдекан осуществлена дооценка ресурсов платиноидов (до 10% от запасов золота) для ряда золоторудных месторождений региона (Наталка, Дегдекан, Павлик, Ветренского и др.). Обоснована также технологическая схема попутного извлечения металлов платиновой группы при переработке золотых руд.

В последние годы в различных регионах Тихоокеанского рудного пояса наряду с открытием в вулканоплутонических поясах многочисленных золотосеребряных месторождений типа «low-sulfidation» продолжают выявлять отчасти подобные им крупные золотоалунитовые месторождения типа «high-sulfidation». В нашей стране это пока единичные случаи. Однако после обнаружения геологами в Хабаровском крае такого месторождения (Светлое) оказались актуальными работы ИТиГ ДВО РАН по прогнозу «high-sulfidation» оруденения в российской части Тихоокеанского рудного пояса. В Приморском крае, Камчатской, Сахалинской, Амурской и Магаданской областях также известны еще недостаточно оцененные с точки зрения золотоносности поля алунитсодержащих кварцитов [12]. В ДВГИ ДВО РАН на примере месторождения Светлое обоснованы типоморфные минералого-геохимические показатели, важные для оценки вещественных особенностей высокосульфидного оруденения, прогнозируемого в регионе [8].

Для развития минерально-сырьевой базы благородных металлов на Дальнем Востоке представляются важными работы по коренной платине. Перспективами обнаружения платиновых рудных объектов системно в регионе не занимались, хотя разрозненные исследования в этом направлении ведутся порядка 15 лет, с начала отработки богатых платиновых россыпей на Алданском щите. В этой связи следует упомянуть об исследованиях ДВГИ, ИТиГ и ИВиС (Институт вулканологии и сейсмологии) ДВО РАН по геологии,

петрологии и благороднометалльной минерализации базит-ультрабазитовых массивов Дальнего Востока, в результате которых создана дополнительная основа для выбора объектов, наиболее перспективных для обнаружения промышленно значимого оруденения платиноидов, относимого пока к нетрадиционному для Дальнего Востока типу руд гидротермально-плутоногенной и магматогенной природы. Вероятнее всего, в 30–40-е годы текущего столетия важную роль будут играть концентрически зональные массивы – производные щелочной (кондёрский тип, Алданский щит) и толеитовой (уральский тип, Камчатка и Сихотэ-Алинь) магм. Перспективными для попутной добычи платиноидов являются также сульфидизированные части дунит-трактолит-габбровых, анортозитовых массивов Джугджуро-Становой провинции. Так, в пирротинсодержащих габбро-анортозитах Лантарского массива локализовано никеленосное сульфидное оруденение с платиноидами и золотом в ассоциации с вкрапленностью ильменита, титаномagnetита и хромшпинелидов (Авланджинское, Няндоминское и Одоринское проявления, Хабаровский край). Эти залежи в определенной мере подобны известным сульфидным месторождениям Норильского, Восточно-Печенгского рудных узлов и Воронежского кристаллического массива [14].

Дальний Восток России обладает и высоким ресурсным потенциалом редких, в том числе редкоземельных, элементов, формационно различные рудные объекты которых необходимо доизучить и создать благоприятные инвестиционные условия для добычи и переработки их руд. Месторождения с высокими концентрациями редкоземельных и радиоактивных элементов (Арангас, Брус, Печальное, Белая Ночь) известны в Магаданской области. Они вполне могут стать базой для новой отрасли горнодобывающей промышленности, если к 2050 г. будут вовлечены в эксплуатацию.

В Сахалинской области, в Южно-Охотском сегменте Циркумпацифики, исследованиями ИМГиГ ДВО РАН обосновано наличие германиевой и рениевой провинций [6]. Промышленные концентрации германия отмечены в Новиковском, Октябрьском и Бродяжском буроугольных месторождениях, Тюннайском и Нижнеармуданском проявлениях. Нередко примеси германия (до 300 г/т и более) фиксируются в породах и рудах другой природы, что позволяет прогнозировать выявление германиевых вулканогенных месторождений. Курильская островная дуга и отчасти о-в Сахалин по явственно выраженной специализации на рений различных породных комплексов не имеют аналогов не только на Дальнем Востоке, но и в АТР.

В Аяно-Майском, Верхнебуреинском и других районах Хабаровского края редкие элементы в качестве собственно оруденения или в виде попутных компонентов выявлены в других типах месторождений. В связи со строительством железной дороги до Эльгинского угольного месторождения становится доступным редкометалльное месторождение Арбарастах в Якутии. Восточнее в Улканском прогибе обнаружены многочисленные проявления редких и редкоземельных металлов, золота и других полезных ископаемых. Улканский рудный район (Хабаровский край) имеет самостоятельное значение на открытие бериллиевых, уран-редкометалльно-редкоземельных и уран-молибденовых месторождений.

В Северном Приохотье (Хабаровский край) исследованиями ДВГИ установлен новый тип вольфрам-редкоземельного оруденения, ассоциирующий с высокофтористыми лейкогранитами массива Норд (Матур-Хатын). Содержание вольфрама в них достигает 10%, редких земель (преимущественно LREE группы), а также висмута и молибдена – до единиц процентов.

Через Хабаровский край и Амурскую область на сотни километров протягивается Джугджуро-Становая полиметалльная медно-никелевая с благородными металлами провинция. При активном участии ИТиГ и других институтов ДВО РАН в ее пределах выделен и изучен ряд перспективных металлоносных площадей, несущих медно-никелевое (с кобальтом) сульфидное оруденение, местами в ассоциации с ильменит-магнетитовой, платино-палладиевой и золотой минерализацией [14]. Известно более 30 подобных объектов разного ранга, практическую значимость которых еще надо оценить.

В геолого-геофизическом и петрогеохимическом отношении лучше изучены в Хабаровском крае Няндинский [9], а в Амурской области Кун-Маньёнский, Дамбукинский, Лучанский и Каларский рудные районы [5, 7, 22].

На Камчатке пока еще нетрадиционное для региона минеральное сырье обнаружено на нескольких десятках рудных объектов, объединенных в Камчатскую никеленосную провинцию с большим ресурсным потенциалом (более 1,0 млн т никеля). В ее пределах выделены Шанучский, Колпаковский и Дукукский рудные районы. На основании геолого-геофизических, петрологических и минералого-геохимических исследований НИГТЦ (Научно-исследовательский геотехнологический центр), ИВиС и ДВГИ ДВО РАН получен комплекс типоморфных признаков и критериев их прогнозирования, поисков и оценки [25, 26].

В перспективе до 2050 г. Джугджуро-Становая и Камчатская никеленосные провинции могут стать сырьевой базой для добычи никеля (с комплексом попутных компонентов) и основой для формирования новой подотрасли МСК на Востоке России.

Перспективы создания новых горнорудных предприятий имеются также в Баджалском, Комсомольском (медь, олово, вольфрам, индий, скандий), Сихотэ-Алинском (олово, полиметаллы, серебро, золото, редкие металлы), Буреинском (газ, уголь, золото, уран), Нижнеамурском (золото, серебро, алюминий, полиметаллы), Учуро-Майском (золото, платина, редкие и редкоземельные металлы, уран, цирконий и др.) рудных районах. Менее подготовлены месторождения золота Тугуро-Чумиканского административного района и Преддугджурской зоны, однако их комплексное освоение совместно с медно-никелевыми (с платиноидами и золотом), апатит-титаномагнетитовыми и апатит-рутиловыми рудами Джугджуро-Станового пояса и редкометалльно-редкоземельными, бериллиевыми и урановыми месторождениями Улканского прогиба выглядит достаточно перспективным. По масштабам оруденения эти территории могут занять достойное место в ряду известных мировых эталонов (подобно платиновому поясу Стиллиуотер в Канаде или КМА на юге России).

Технологические перспективы

Институты ДВО РАН большое внимание уделяют технологической составляющей МСК Дальнего Востока. Совершенствование существующих и разработка новых технологий добычи и переработки минерального сырья позволят создать современные конкурентоспособные производства и ранее не существующие подотрасли в минеральном секторе промышленности региона.

1. В Амурском научном центре (АмурНЦ) ДВО РАН разработаны экологически чистые технологии получения алюминия, кремния и их соединений из различных видов алюмосиликатного и силикатного сырья [15]. На базе Чалганского месторождения каолинсодержащих кварц-полевошпатовых песков лабораторно-техническими и опытно-промышленными испытаниями установлено, что каолинсодержащие пески после переработки дают кондиционные товарные продукты – каолины, кварцевый песок и полевошпатовый концентрат. Методом электролитического восстановления из глинозема этого месторождения получен первичный алюминий. Инвестиционные оценки показали возможность создания опытно-промышленного предприятия по комплексной переработке 10 тыс. т алюминиевого небокситового сырья в год, а в дальнейшем – строительства Амурского алюминиевого завода мощностью 300 тыс. т алюминия в год. При этом себестоимость алюминия, полученного по новой технологии, ожидается на 20–25% ниже стоимости извлекаемого из бокситов.

В АмурНЦ ДВО РАН разработана также низкотемпературная технология производства кремния высокой химической чистоты из аморфного кремнезема. На основе данной технологии можно создать предприятие по выпуску этих высокотехнологичных продуктов. Аморфный кремнезем широко используется в качестве наполнителя при производстве

резины, текстиля, бумаги, при изготовлении оптоволоконного кабеля, а также в косметической и других отраслях промышленности. Полученный из него кремний имеет, в частности, большой спрос в металлургической, космической, радиоэлектронной промышленности.

Неисключительные лицензии на новые технологии производства глинозема, аморфного кремнезема, алюминия и кремния могут быть проданы в качестве инновационного продукта.

2. Получение из углей продуктов нетопливного назначения. В рамках оценки ресурсного потенциала угольных месторождений Дальневосточного федерального округа (ДФО) как перспективной минерально-сырьевой базы благородных и редких элементов, а также некоторых других веществ для отраслей народного хозяйства в институтах ДВО РАН ведутся исследования инновационной направленности по нескольким проблемам:

1) в результате фундаментальных исследований (в том числе на уровне изобретения) ИХ и ДВГИ ДВО РАН на примере приморских бурых углей обосновали возможность извлечения благородных металлов и редких элементов (германия³ и др.) из твердого металлоносного органического сырья (бурые угли). Предлагаемое технологическое решение для золота включает обработку сырья щелочью с переводом металла в жидкие щелочные экстракты гуминовых веществ, а затем извлечение его из полученных экстрактов [1, 18];

2) в АмурНЦ и Институте геологии и природопользования (ИГиП) ДВО РАН эксперименты по выделению золота из углей ведутся по двум направлениям: перевод в дымовые газы или растворы гуматов и фульватов. Обе технологии требуют специальных сорбентов для концентрации золота;

3) исследователи ИГиП [16, 17] и СВКНИИ ДВО РАН выявили возможности использования некоторых марок бурых углей месторождений Амурской (Свободного, Сергеевского и Тыгдинского) и Магаданской (Мелководненского, Ланковского) областей как химического сырья для получения воска и гуминовых препаратов.

3. Учитывая, что на большинстве горнодобывающих предприятий в давно освоенных районах Дальнего Востока обеспеченность разведанными запасами достигла критически низкого уровня, актуальным становится поиск дополнительных источников минерального сырья. В этой связи огромное экономическое, социальное и экологическое значение для региона имеют оценка и вовлечение в эксплуатацию комплексных ресурсов техногенных месторождений. Они представляют собой отходы предприятий (в том числе ликвидируемых) различного профиля – горного, обогащательного, металлургического, энергетического и др. По мере технологического прогресса и изменения экономических условий число таких объектов, пригодных для промышленного освоения, будет расти. Со временем в некоторых районах они могут стать единственным источником того или иного вида минерального сырья. В связи с этим институты ДВО РАН повышенное внимание в последние годы уделяли исследованию хвостохранилищ обогащательных фабрик, золошлаковых отвалов топливно-энергетического комплекса и техногенных россыпей золота.

В хвостохранилищах ОАО «Дальполиметалл» (Приморский край), признанных техногенными месторождениями типа металлоносных литифицированных песков, определены потенциальные ресурсы ряда элементов. Установлено, что перспективными видами минерального сырья в отходах обогащения здесь являются свинец, олово, цинк и серебро.

Уникальным техногенным месторождением, в том числе бериллия, лития, рубидия и цезия, можно считать хвостохранилища Ярославского ГОКа (Приморский край). Переработка отходов обогащения флюоритовых руд только текущей добычи (около 500 тыс. т) на многие десятилетия удовлетворит потребности российской промышленности в литии и

³ Известно, что бурые угли некоторых месторождений Приморья (Бикинское, Павловское, Шкотовское и Раковское) экономически интересны как источник извлечения германия и ряда других редких и рассеянных элементов. Германий уже добывается в промышленных объемах на участке «Спецугли» Павловского бурогоугольного месторождения, при этом применяемая технология требует совершенствования.

бериллии, а также существенно улучшит экологическую обстановку в районе Ярославского ГОКа. Объем отбора диоксида бериллия может составить здесь 150 т [19].

ДФО занимает одно из первых мест в стране по объемам накопившихся зол и шлаков от сжигания твердых видов топлива. Результаты научных и тематических работ специалистов различных организаций, в том числе ДВГИ, ИТиГ и ИГиП ДВО РАН, свидетельствуют о том, что некоторые из этих отходов можно эффективно использовать для целевого или попутного извлечения благородных, редких и других металлов. Угли ряда месторождений [13, 21, 23] и тем более продукты его сжигания [29] могут служить потенциальным источником для получения не только германия, но и сопутствующих ему других редких и благородных элементов. Перспектива расширения спектра утилизации дефицитных металлов, извлекаемых из углей и продуктов их сжигания, может стать основой экономического и инновационного сотрудничества России со странами Азиатско-Тихоокеанского региона.

Среди комплексных вторичных образований огромную роль на Дальнем Востоке играют многочисленные техногенные россыпи. Особенно они характерны для Хабаровского края⁴ [11], Магаданской⁵ и Амурской областей. Программа переработки остаточного комплекса россыпной золотодобычи в Магаданской области, например, предусматривает как минимум два принципиально новых подхода:

1) проведение «технологической рекультивации», в результате которой вновь образованные отвалы оставляются в сформированном промывочным процессом облике и сопровождаются техногенным паспортом для будущих поколений, где указываются средние содержания основных компонентов (в том числе золота);

2) патентное оформление и внедрение прибора гидроударного разрушения горной массы (ГДУ-1) для высвобождения полезного компонента из агрегатного состояния (совместная разработка СВКНИИ ДВО РАН и ЗАО НПИ «Вектор»). Это разработка мирового уровня, позволяющая прогнозировать возможности промышленной переработки отвальных комплексов и создания конкурентоспособных производств на долгосрочную перспективу (до 2050 г.). В Магаданской области переработка отвальных комплексов россыпей золота с применением новейших технологий может начаться уже к 2030 г. К 2050 г. возможна добыча золота из глубокозалегающих россыпей во впадинах четвертичного возраста Центральной Колымы.

В ИГД ДВО РАН при изучении россыпей Приамурья созданы технологии, оборудование и предложены технологические решения [2, 10], направленные на повышение эффективности разработки разнотипных россыпей. С помощью этих технологий можно осуществлять:

формирование обогащенного пласта техногенных россыпей воздействием природных и антропогенных факторов;

разработку техногенных дражных россыпей с реструктуризацией отвальных комплексов на основе отечественных модульных минидраг;

освоение россыпей драгами с дополнительным извлечением ценных компонентов из эфельных хвостов в едином технологическом процессе;

разработку природных и техногенных россыпей подводным способом с применением земснарядов.

Результаты выполненных в институтах ДВО РАН фундаментальных и прикладных исследований по проблемам развития минерального сектора показали возможности формирования инновационно-технологических цепочек «добыча новых видов минерального

⁴ Суммарный ресурсный потенциал 270 техногенных объектов Хабаровского края составляет 78,9 т золота, что может обеспечить стабильную работу золотодобывающих артелей при достигнутом уровне добычи в течение 15 лет [13].

⁵ По данным СВКНИИ ДВО РАН, объем отвального комплекса россыпедобычи на территории Магаданской области составляет около 1 млрд м³ горной массы, а объем технологических отвалов золоторудных месторождений – 40 млн м³.

сырья—создание новых продуктов—формирование новых отраслей МСК» в Дальневосточном регионе на период до 2050 г. Это подразумевает освоение новых нетрадиционных видов и источников минерального сырья, широкое внедрение комплексной переработки многокомпонентных руд, промышленное освоение рудно-россыпных отходов горного производства, формирование многоотраслевых горнопромышленных комплексов.

Для реализации этих задач требуются дополнительные мероприятия инвестиционно-финансового и организационно-технологического характера [24].

1. В рамках Тихоокеанского научно-образовательного центра (Владивосток) необходимо создать Институт геофизики и геохимии. Задачами нового исследовательского учреждения должны стать изучение форм нахождения благородных и редких металлов нетрадиционных источников и разработка научных основ технологий их извлечения.

2. Требуется развитие и дооснащение действующих центров коллективного пользования в Хабаровске (Центра исследования минерального сырья при ИГД ДВО РАН и Хабаровского инновационно-аналитического центра при ИТиГ ДВО РАН) и создание аналогичных центров в Амурской и Магаданской областях.

3. Уже в ближайшие годы следует приступить к формированию научно-производственной базы, обеспечивающей трансферт результатов исследований и разработок в российскую и глобальную экономику. Первоочередными задачами здесь являются:

- организация регионального депозитария образцов горных пород и минералов востока Азии и прилегающей части Тихоокеанского бассейна (ДВГИ);

- создание опытно-промышленного производства для изготовления, испытания и выпуска уникального наукоемкого оборудования и аппаратов для горной промышленности (ИГД);

- создание опытно-промышленных предприятий по комплексной переработке бурых углей (АмурНЦ, ИГиП);

- создание опытно-экспериментального завода по изготовлению волокнистых огнеупорных материалов по новым технологиям (АмурНЦ, ИГиП).

Реализация запроектированных на период до 2025 г. направлений фундаментальных исследований и организационно-экономических мероприятий позволит в последующий период (2030–2050 гг.) решить ряд фундаментальных и прикладных задач развития МСК Дальнего Востока:

- выделить новые рудные районы черных металлов, редких и редкоземельных элементов;

- выполнить геолого-структурное и вещественное обоснование обстановок нахождения крупных и уникальных по запасам месторождений благородных и цветных металлов;

- дать минералого-технологическое обоснование новых типов руд благородных металлов (в силицилитах, черносланцевых комплексах);

- вовлечь в промышленное освоение гидротермальные метасоматиты (вторичные кварциты и др.) с ультратонкой минерализацией с полным использованием полезных компонентов;

- разработать технологии извлечения благородных металлов из руд нетрадиционных типов месторождений, в том числе из высокоуглеродистых пород;

- начать извлечение редкоземельных элементов и благородных металлов из топливно-энергетического сырья;

- внедрить технологии получения редких металлов и редкоземельных элементов из гидротермальных источников.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авраменко В.А., Братская С.Ю., Якушевич А.С. и др. Гуминовые кислоты бурых углей юга Дальнего Востока России: общая характеристика и особенности взаимодействия с благородными металлами // Геохимия. 2012. № 5. С. 483–493.

2. Ван-Ван-Е А.П. Ресурсная база природно-техногенных золотороссыпных месторождений. М.: Горная книга: Изд-во Моск. гос. горн. ун-та, 2010. 268 с.
3. Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России: в 2 кн. / под ред. А.И. Ханчука. Владивосток: Дальнаука, 2006. Кн. 1, 2. 981 с.
4. Глубинное строение и металлогения Восточной Азии / отв. ред. А.Н. Диденко, Ю.Ф. Малышев, Б.Г. Саксин. Владивосток: Дальнаука, 2010. 332 с.
5. Гурьянов В.А., Приходько В.С., Пересторонин А.Н. и др. Новый тип медно-никелевой минерализации юго-востока Алдано-Станового щита // ДАН. 2009. Т. 425, № 4. С. 505–508.
6. Данченко В.Я. Геологическое положение и вещественно-генетические типы оруденения редких и благородных металлов в Южно-Охотском регионе Тихоокеанского обрамления. Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 2003. 227 с.
7. Зимин С.С., Моисеенко В.Г., Октябрьский Р.А. и др. Перспективы открытия новых медно-никелевых месторождений на Востоке России // Вестн. ДВО РАН. 1993. № 4/5. С. 98–103.
8. Иванов В.В., Полин В.Ф., Неменман И.С. и др. Порфирировое золото-теллуридное оруденение high-sulfidation типа Северного Приохотья: минералогия, магматизм и геодинамика // Геологические процессы в обстановках субдукции, коллизии и скольжения литосферных плит: материалы Всерос. конф. Владивосток, 2011. С. 356–359.
9. Ленников А.М. О сульфидной минерализации в Джугджурском анортозитовом массиве // Петрология изверженных и метаморфических пород. Владивосток: ДВФ СО АН СССР, 1969. С. 55–63.
10. Мамаев Ю.А., Литвинцев В.С., Пономарчук Г.П. Техногенные россыпи благородных металлов Дальневосточного региона России и их рациональное освоение. М.: Горная книга, 2010. 309 с.
11. Мирзеханов Г.С., Мирзеханов З.Г. Ресурсный потенциал техногенных образований отработанных россыпей // Горный журн. 2005. № 1. С. 37–42.
12. Мишин Л.Ф. Вторичные кварциты и их связь с золоторудной минерализацией месторождения Светлое (Улинский прогиб, Охотско-Чукотский вулканогенный пояс) // Тихоокеан. геология. 2011. Т. 30, № 4. С. 32–48.
13. Моисеенко В.Г., Радомский С.М., Радомская В.И., Моисеенко Н.В. Благородные металлы в углях Амурско-Зейской и Буреинской депрессий Среднего Приамурья // ДАН. 2008. Т. 422, № 4. С. 533–535.
14. Октябрьский Р.А., Соляник А.Н., Ленников А.М. и др. Благороднометаллическая и оксидная минерализация в массивных сульфидных рудах Джугджурского анортозитового массива // Тихоокеанский рудный пояс: материалы новых исследований (к 100-летию Е.А. Радкевич). Владивосток: Дальнаука, 2008. С. 391–414.
15. Пат. 2286947 РФ. Способ переработки кремнеземосодержащего сырья / В.С. Римкевич, Ю.Н. Маловицкий, Л.П. Демьянова. Оpubл. 10.11.2006 г. // Бюл. 2006. № 31.
16. Пат. 2304161 РФ. Способ переработки бурого угля / П.И. Ковшик, Л.П. Носкова, И.Ф. Савченко. Оpubл. 10.08.2007 г. // Бюл. 2007. № 22.
17. Пат. 23423559 РФ. Способ получения органических кислот и устройство для его осуществления / И.Ф. Савченко, А.И. Савченко, А.П. Сорокин. Оpubл. 27.12.2008 г. // Бюл. 2008. № 36.
18. Пат. 2380434 РФ. Способ извлечения золота из золотосодержащего органического сырья / В.А. Авраменко, С.Ю. Братская, А.С. Волк, Е.В. Каплун, В.В. Иванов, В.И. Сергиенко. Оpubл. 27.01.2010 г. // Бюл. 2010. № 3.
19. Попов В.В., Сафонов Ю.Г. Минерально-сырьевая база топливно-энергетического и металлургического комплексов России: состояние, перспективы освоения и развития (2006–2020–2050 гг.). М.: ИГЕМ РАН, 2006. 223 с.
20. Синтез научно-технических и экономических прогнозов: Тихоокеанская Россия-2050 / под ред. П.А. Минакира, В.И. Сергиенко. Владивосток: Дальнаука, 2011. 912 с.
21. Сорокин А.П., Кузьминых В.М., Рождествина В.И. Золото в бурых углях: условия локализации, формы нахождения, методы извлечения // ДАН. 2009. Т. 424, № 2. С. 239–243.
22. Степанов В.В., Мельников А.В. Никеленосность Верхнего Приамурья. Владивосток: Дальнаука, 2010. 217 с.
23. Степанов В.А. Существуют ли ураганные концентрации золота в угольных месторождениях Верхнего Приамурья и Сибири? // Руды и металлы. 2010. № 2. С. 66–69.
24. Стратегия развития Дальневосточного отделения РАН до 2025 года. Владивосток: ДВО РАН, 2010. 90 с.
25. Тарарин И.А., Чубаров В.М., Игнатьев Е.К. и др. Геологическая позиция, минералогия и платиноидная минералогия медно-никелевых рудопоявлений Квинумского рудного поля Срединного хребта Камчатки // Тихоокеан. геология. 2007. Т. 26, № 1. С. 94–110.
26. Трухин Ю.П., Степанов В.А., Сидоров М.Д. Камчатская никеленосная провинция // ДАН. 2008. Т. 418, № 6. С. 802–805.
27. Ханчук А.И., Диденко А.Н., Рассказов И.Ю. и др. Графитовые сланцы как перспективный источник благородных металлов на Дальнем Востоке России // Вестн. ДВО РАН. 2010. № 3. С. 3–12.
28. Ханчук А.И., Бердников Н.В., Черепанов А.А., Коновалова Н.С., Авдеев Д.В. Первые находки видимых платиноидов в черносланцевых толщах Буреинского массива (Хабаровский край и Еврейская АО) // ДАН. 2009. Т. 424, № 5. С. 672–675.
29. Черепанов А.А. Благородные металлы в золошлаковых отходах дальневосточных ТЭЦ // Тихоокеан. геология. 2008. Т. 27, № 2. С. 16–28.