

УДК 622.014.3:553.042.001.89 (98)

DOI 10.31242/2618-9712-2018-24-2-49-57

Особенности методологического подхода к оценке минерально-сырьевого потенциала регионов Арктической зоны

В.Л. Яковлев, В.А. Яковлев

*Институт горного дела Уральского отделения РАН, Екатеринбург, Россия
yakovlev@igduran.ru*

Аннотация. Рассмотрены особенности формирования горнопромышленных комплексов при освоении ресурсов полезных ископаемых регионов Арктики и Субарктики. Приведена оценка минерально-сырьевого потенциала месторождений Республики Саха (Якутия). Предложен методологический подход к обоснованию стратегии ускоренного комплексного освоения минерально-сырьевых ресурсов северных и северо-восточных регионов России с учетом комплексного освоения территорий. Реализация такого подхода может быть достигнута путем формирования минерально-сырьевых центров экономического развития. Даны рекомендации по вопросам технологического развития в горнодобывающих отраслях промышленности при освоении месторождений Арктической зоны. При освоении новых месторождений и расширении сырьевой базы, в особенности в северных районах Урала, в Якутии, на Дальнем Востоке с недостаточно развитой инфраструктурой, предложен принципиально новый подход к выработке стратегии формирования горнопромышленных комплексов с единой, открытой производственной инфраструктурой для разработки нескольких месторождений в каждом из районов их расположения, включающей источники энергии, водоснабжения, ремонтные базы, объекты социальной сферы, перерабатывающие предприятия и т.п. Таким образом, принцип комплексного освоения недр дополняется принципом комплексного освоения территорий.

Ключевые слова: минерально-сырьевые ресурсы, технологическое развитие, комплексное освоение, Арктическая зона.

Благодарности. Статья подготовлена по материалам исследований по проекту 18-5-5-10 Программы фундаментальных исследований УрО РАН.

DOI 10.31242/2618-9712-2018-24-2-49-57

Features of methodological approach to assessment of mineral and raw material potential of Arctic regions

V.L. Yakovlev, V.A. Yakovlev

*Institute of Mining of the Ural Branch of the RAS, Ekaterinburg, Russia
yakovlev@igduran.ru*

Abstract. The article deals with features of formation of mining complexes in development of mineral resources of Arctic and Subarctic regions. An estimation of mineral and raw material potential of deposits of the Republic of Sakha (Yakutia) is given. A methodological approach to a strategy of accelerated complex development of the mineral and raw material resources of the Northern and North-Eastern regions of Russia taking into account the complex development of territories is proposed. Implementation of this approach can be achieved through the formation of mineral and raw material centers of economic development. Recommendations on the technological development in the mining industry in the development of deposits in the Arctic zone are given. When developing new fields and expanding a raw material base, especially in the Northern regions of the Urals, Yakutia and the Far East with an underdeveloped infrastructure, the fundamentally new approach

is proposed to the development of the strategy for the formation of the mining complexes with the single, open production infrastructure for the development of several fields in each of the areas of their location, including energy sources, water supply, repair facilities, social facilities, processing enterprises, etc. Thus, a principle of integrated development of the mineral resources is complemented by the principle of integrated development.

Key words: mineral and raw material resources, technological development, integrated development, Arctic zone.

Acknowledgments. *The article is prepared on the basis of materials of studies according to project 18-5-5-10 of the Program of fundamental research of the UB RAS.*

Оценка минерально-сырьевого потенциала регионов Арктической зоны, в том числе Республики Саха (Якутия), имеет весьма важное значение для обоснования перспектив развития минерально-сырьевой базы и горнодобывающих отраслей промышленности, в решающей степени определяющих производственную структуру и доходную часть бюджета.

В Дальневосточном федеральном округе (ДФО) сосредоточены почти все российские запасы бора, олова, три четверти алмазов, ртути, половина гелия, треть флюорита, серебра, золота, мышьяка, висмута, четверть вольфрама, вулканического стекла, пятая часть самородной серы, каолина, редких земель и т.д. Из них в Республике Саха (Якутия) находятся все запасы алмазов, сурьмы, гелия, 84% запасов округа по нефти (1,35% российской), треть олова, в Магаданской области половина серебра, пятая часть золота, в Чукотском АО три четверти запасов ртути, пятая часть олова, вольфрама, в Камчатской области половина запасов вулканического стекла, в Хабаровском крае четвертая часть висмута, пятая часть олова, в Еврейской АО все запасы марганца (4,7 % российских), в Приморском крае почти все запасы бора, флюорита [1,2].

Качество запасов месторождений полезных ископаемых Республики Саха (Якутия) вполне сопоставимо со средним качеством запасов в мире, странах СНГ и других регионах России, а в ряде случаев и существенно превосходит мировые показатели (табл.1). Однако сложность природно-климатических условий, зачастую, отсутствие транспортной инфраструктуры, удаленность перерабатывающих производств делают большинство месторождений неконкурентоспособными, а переход на мировые цены ведет к сокращению балансовых запасов на 30–70 % [3].

Эти данные свидетельствуют о том, что в достаточно долгосрочной перспективе, учитывая, что для всех субъектов ДФО, в том числе Республики Саха (Якутия), характерно наибольшее разнообразие металлических полезных ископаемых, дальнейшая разведка, оценка и освоение запасов месторождений являются одним из важнейших направлений стратегии социально-

экономического развития субъектов Дальневосточного федерального округа, в особенности, Республики Саха (Якутия), минерально-сырьевой потенциал которой составляет три четверти потенциала округа.

В Алдано-Становой провинции открыто около 200 коренных месторождений различных полезных ископаемых, из них около 40 являются крупными объектами. Среди них ведущее положение занимают месторождения железа (железистые кварциты Чарокинского района), золота (крупные золоторудные объекты Центрального Алдана – Куранах, Лебединское), каменного угля, редких металлов, а также крупные концентрации железа флогопит-магнетитового минерального типа (Таежное месторождение).

Из неметаллического сырья выделяются единственные в мире скопления чароита (Мурунское месторождение), концентрации апатита на очень крупном Селигдарском месторождении, ряд месторождений флогопита Центрального Алдана (Билибердинское, Федоровское) и, там же, концентрации хромдиопсида (Инаглинское) и горного хрусталя.

Алдано-Становой блок выделяется в качестве классического примера развития урановорудных процессов и формирования крупных месторождений уран-титановых руд (Курунг, Дружное, Эльконское плато и др.) [1]. Среднее содержание урана в крупных телах 0,1–0,15 %, в отдельных зонах 0,3–0,4 на мощность 10 м.

В целом, крупные и уникальные рудные объекты Алдано-Станового геоблока весьма разнообразны, в том числе Южноякутский угленосный бассейн, ресурсы и разведанные запасы которого составляют, соответственно, 57 и 4 млрд. т, Апсатское месторождение (1,5 и 0,25 млрд.т).

На территории Якутии находится значительное число месторождений Восточно-Сибирской металлогенической провинции, основными разрабатываемыми в настоящее время являются кимберлитовые месторождения алмазов. Перспективы развития алмазодобывающей промышленности связаны с освоением объектов алмазной минерализации Далдынской и Ботуобинской зон, где можно ожидать открытия новых месторождений.

Т а б л и ц а 1

Минерально-сырьевой потенциал Республики Саха (Якутия)
Mineral and raw material potential of Republic of Sakha (Yakutia)

Вид полезного ископаемого	Доля в минерально-сырьевой базе России, %	Месторождения, качество
Алмазы	79,7	Кимберлитовые месторождения АК «АЛРОСА», по содержанию, доле ювелирных и запасам относятся к числу лучших в мире
Золото	11,8	Разведано одно уникальное (Нежданинское) и два крупных (Кучус и Куранахское), средние и мелкие с содержанием золота, соответственно, 8,5; 8,29; 2–4; 8–30 г/т
Серебро	7,4	Попутный компонент добывается на 8 месторождениях Якутии. Прогнозные ресурсы связаны с собственно серебряными и комплексными месторождениями
Олово	34,2	По среднему содержанию олова коренные и россыпные месторождения (1,0–2,7 %) превосходят месторождения ведущих мировых производителей олова
Вольфрам	7,8	Среднее содержание (1,27 %) выше, чем в подтвержденных запасах Канады, США и ряда других стран
Редкоземельные металлы	16,5	Комплексное редкометалльно-редкоземельное месторождение Томтор, доля ниобия 12 %, но среднее его содержание (4–5 %) сопоставимо с содержанием лучших месторождений мира в Бразилии
Сурьма	77,7	По среднему содержанию сурьмы (22 и 38 %) месторождения Якутии превосходят месторождения стран СНГ и дальнего зарубежья (2–5 %)
Железные руды	6,2	Руды месторождений Таежное, Десовское, Тарынахское, Горкитское легко-обогащаемые. Среднее содержание в рудах крупных месторождений менее 45 % (Таежное, Пионерское и др.), менее 30 % (Тарынахское, Горкитское, Ималыкское, Десовское), ряд мелких месторождений отличается высоким средним содержанием железа в руде (Пионерское, Сиваглинское, Комсомольское). Большая часть запасов пригодна к открытой разработке. Разведанные запасы составляют более 80 % запасов Дальневосточного экономического региона
Апатиты	10,3	К промышленному освоению подготовлено одно месторождение Селигдар, представляющее собой месторождение сложного нового редкоземельно-апатитового сырья со средним содержанием P_2O_5 около 7%. Месторождения Укдуска и Бирикаан разведаны предварительно

В работах [1, 2] даны оценка богатств российских недр по состоянию балансовых запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых на 01.01.2009 г. и их стоимостная оценка по состоянию на начало 2008 г., которая позволяет сделать вывод о том, что в связи с недостаточной геологической изученностью, развитостью инфраструктуры, сложностью природно-климатических и социально-экономических условий востребованное национальное богатство недр ДФО составляет лишь 1,9 % от общероссийского, а минерально-сырьевой потенциал существенно выше (4,7 %).

В свою очередь востребованное национальное богатство Республики Саха (Якутия) составляет 58,3 % от ДФО, а минерально-сырьевой потенциал богатства недр еще выше (76,8 %) (табл. 2).

Богатство недр (БН) оценивается на четырех уровнях:

- востребованное национальное богатство недр (ВНБН) – извлекаемая ценность вовлеченных в хозяйственный оборот запасов полезных ископаемых;

- национальное богатство недр (НБН) – извлекаемая ценность всех рентабельных запасов, числящихся на государственном балансе;

- потенциальное национальное богатство недр (ПНБН) – к НБН прибавляется извлекаемая ценность ресурсов категории P_1 , скорректированная на коэффициент их подтверждаемости при переводе в разведанные запасы;

Т а б л и ц а 2

Оценка богатства недр ДФО
Assessment of subsoil wealth
of Far Eastern Federal District (FEFD)

Уровни оценки БН	Доля БН, %	
	ДФО	В том числе Республика Саха (Якутия)
Минерально-сырьевой потенциал	100	76,8
Национальное богатство недр	48,81	68,0
Востребованное национальное богатство недр	13,82	58,3

- минерально-сырьевой потенциал богатства недр (МСПБН) – к ПНБН прибавляется извлекаемая ценность ресурсов категории P_2 , скорректированная на коэффициент их подтверждаемости при переводе в разведанные запасы.

Перспективы расширения и развития минерально-сырьевой базы Урала связаны с доразведкой и освоением недр Арктической и Субарктической зон Уральского федерального округа.

Сложность создания научно-методического подхода для надежного и достаточно оперативного обоснования развития минерально-сырьевой базы Арктической зоны требует разработки и апробации комплексного метода геолого-технологического-эколого-экономической оценки минерально-сырьевой базы, основанного на использовании совокупности геоинформационных моделей пространственного размещения оцениваемых объектов, их вещественного состава и учете совокупности других факторов, обеспечивающих создание условий для эффективного природо- и недропользования.

Применительно к стратегии расширения и развития минерально-сырьевой базы в неосвоенных, северных и полярных районах страны: Полярном Урале, Якутии и на Дальнем Востоке существует ряд объективных региональных особенностей, без учета которых поставленные задачи не могут быть решены. К таким особенностям относятся:

- географические и природно-климатические условия района месторождения, которые характеризуются для указанных территорий как сложные и суровые;
- степень развитости промышленной инфраструктуры, в т.ч. в районе месторождения (транспорт, энергетика, топливо, источники строительных материалов, воды), которая зачастую недостаточна;
- специализация и национально-этнические особенности района развития горнодобывающей промышленности, занятость населения, возможность комплектования рабочими и инженерными кадрами организуемого производства. В большинстве случаев регион не может предоставить достаточное количество людей, нужных для горного предприятия профессий;
- дефицит мощностей перерабатывающих предприятий (обоганительные фабрики, металлургические предприятия и пр.), который, наряду со значительными разведанными запасами и прогнозными ресурсами полезных ископаемых, делает рассматриваемые регионы инвестиционно-привлекательными;
- общее состояние экологической обстановки в районах предполагаемого ведения горных ра-

бот и возможность ликвидации последствий дополнительной антропогенной нагрузки на регион, которые в данных условиях характеризуются как трудновосстановимые.

Чтобы реализовать такие проекты создания минерально-сырьевой базы (МСБ) в описанных условиях в приемлемые сроки, необходима, прежде всего, разработка стратегии ускоренного освоения недр. Ускоренное освоение таких регионов нужно еще и потому, что финансовые средства, затрачиваемые при реализации проекта, весьма значительны, поэтому срок их окупаемости должен быть как минимум разумным.

Переход к рыночным отношениям от административно-плановой экономики привел к необходимости решения новых политических, экономических, социальных, научно-технических и других проблем, потребовал пересмотра концептуальных основ стратегии и тактики освоения природных ресурсов и выявления эффективных направлений социально-экономического развития и структурной перестройки экономики Республики Саха (Якутия). Работа по этим проблемам началась ИГДС СО РАН в 1991г., при этом региональные аспекты развития минерально-сырьевого комплекса рассматривались в соответствии с общими закономерностями развития горного дела [3] и особенностями методологического подхода к освоению запасов полезных ископаемых Северо-Востока России [4, 5]:

- труднодоступность, малонаселенность, малоосвоенность районов с неразвитой инфраструктурой, в связи с чем разведка, добыча и переработка минерального сырья здесь в 2–4 раза дороже, чем в обжитых районах средних и южных широт;
- диспропорция между состоянием и перспективой наращивания минерально-сырьевой базы и наличием технического и технологического обеспечения добычи и переработки многих видов минерального сырья;
- отсутствие или недостатки промышленных методов извлечения мелкого и тонкого золота, переработки нетрадиционного золоторудного и железорудного сырья, руд месторождений апатитов, комплексного использования цеолитов.

За прошедшие после перехода к рыночной экономике годы в освоении недр республики произошли некоторые позитивные изменения, в частности:

- в алмазодобывающей промышленности – развитие подземной разработки запасов ниже границ открытой разработки и вовлечение в эксплуатацию новых, в том числе малообъемных месторождений;
- в золотодобывающей промышленности – значительный рост добычи золота с учетом до-

статочной богатой ресурсной базы, реализация инвестиционных проектов холдингом «Селигдар», освоение месторождения «Темное», ввод в эксплуатацию Тарынского горно-обогатительного комбината;

- в угольной промышленности – ввод в эксплуатацию и дальнейшее освоение запасов Эльгинского месторождения.

Дальнейшему развитию минерально-сырьевой базы Дальнего Востока препятствуют отставание в развитии транспортно-энергетической инфраструктуры, удаленность наиболее перспективных месторождений от коммуникаций, снижение качества запасов, несовершенство законодательства в сфере недропользования.

ИГД УрО РАН предложены новые подходы к освоению минерально-сырьевых ресурсов северных и северо-восточных регионов России:

- разработка стратегии ускоренного поэтапного освоения недр региона: комплексное изучение и разведка месторождений, создание системы геоинформационного обеспечения с целью моделирования месторождений и программных комплексов для решения проблем создания горнотехнических систем;

- принцип комплексного освоения территорий;

- организация минерально-сырьевых центров и налаживание открытой инфраструктуры эксплуатирующих предприятий;

- использование техники большой единичной мощности с целью снижения численности производственного персонала;

- широкое применение покупных услуг и арендных предприятий при выполнении вспомогательных процессов, напрямую не связанных с основным производством.

Для решения задач поддержания и оценки минерально-сырьевой базы горно-металлургического комплекса Урала разработана методика, включающая содержательные этапы: предварительного анализа МСБ, выявления системообразующих элементов МСБ, формирования крайних вариантов очередности вовлечения в разработку месторождений, предварительного отбора стратегий поддержания МСБ, обоснования программы геологоразведочных работ и выработки инвестиционных предложений по реализации программы поддержания МСБ предприятия.

Методика основана на идеологии анализа сложных систем, разработанных методах ранговой оценки МСБ, доказательстве возможности совместного использования апробированных методов технико-экономической оценки и технологических показателей (критериев-заместителей) при первичной отбраковке конкурирую-

щих вариантов, что позволяет в кратчайшие сроки сформировать стратегию развития МСБ в условиях неопределенности исходных данных [6,7].

В процессе исследований теоретические изыскания сопровождались апробацией сформулированных подходов и методик. В качестве новых источников минерального сырья для промышленного освоения выделен ряд перспективных месторождений, для которых разработаны технико-экономические обоснования условий, технико-экономические предложения по освоению, технологические регламенты и проекты их разработки:

- Южная Якутия: Эльгинское каменноугольное, Тарыннахское, Горкитское, Гаринское железорудные;

- Средний, Северный и Приполярный Урал: Вагранская золоторудная площадь, Жижинско-Шаромский участок хромитовых руд (Свердловская обл.), Яно-Турьинское железорудное месторождение (ХМАО).

Со значительной долей вероятности качественно-количественный прогноз технологического развития в горнодобывающих отраслях промышленности может базироваться на положениях программно-целевого подхода, основанного на принципах системности, комплексности, междисциплинарности и инновационной направленности. При этом:

1. На большинстве действующих горнодобывающих предприятий с открытым способом разработки глубокозалегающих месторождений руд черных и цветных металлов, горно-химического сырья, угля, алмазов решение проблемы освоения глубоких горизонтов будет идти несколькими путями, такими как:

- вскрытие глубоких горизонтов с использованием крутых углов откоса уступов и бортов карьеров, применением специальной горной и транспортной техники (относительно малые габариты машин, повышенные до 20–30° уклоны транспортных коммуникаций);

- переход на подземные горные работы с возможным использованием транспортного комплекса открытых горных работ;

- модернизация оборудования, необходимость которой обусловлена большой долей морально и физически устаревшего оборудования и возможностью выбора на мировом рынке его образцов, наиболее соответствующих специфическим горнотехническим условиям конкретного горного предприятия;

- комбинированная разработка глубоких горизонтов с одновременным ведением открытых и подземных горных работ с различными вариантами взаимного использования транспортных

коммуникаций и выработанных пространств для складирования вскрышных пород.

2. При освоении новых месторождений и расширении сырьевой базы, в особенности в северных районах Урала, в Якутии, на Дальнем Востоке с недостаточно развитой инфраструктурой, потребуется принципиально новый подход к выработке стратегии формирования горнопромышленных комплексов с единой, открытой производственной инфраструктурой для разработки нескольких месторождений в каждом из районов их расположения, включающей источники энергии, водоснабжения, ремонтные базы, объекты социальной сферы, перерабатывающие предприятия и т.п. Таким образом принцип комплексного освоения недр дополняется принципом комплексного освоения территорий.

При этом технологическое развитие горных предприятий должно базироваться на:

- применении специального горного и транспортного оборудования в северном исполнении с единичной мощностью, соответствующей использованию минимума машин и механизмов на каждом горном предприятии, с целью сокращения численности работающих;

- предпочтительном использовании на начальном этапе открытого способа разработки, с выделением на каждом месторождении первоочередных участков с минимумом горнокапитальных работ;

- целесообразности применения буровых станков, экскаваторов и другой техники с дизельным приводом, а в случае использования техники с электроприводом – мобильных автономных источников энергии, работающих на газе, мазуте или угле.

3. Выполненные технико-экономические обоснования и проекты свидетельствуют о том, что при создании минерально-сырьевой базы организация промышленной и социальной инфраструктуры в труднодоступных регионах – самый затратный элемент, поэтому основой стратегии создания и эксплуатации минерально-сырьевой базы в этих случаях является комплексность освоения недр при одновременном налаживании открытой инфраструктуры эксплуатирующих предприятий, в наибольшей степени интегрированных в общую экономическую структуру региона и страны в целом.

4. Принципиальным вопросом технологического развития в горнодобывающих отраслях промышленности является использование импортной или отечественной горной и транспортной техники, поскольку в тенденции ориентирования на зарубежную технику есть негативные моменты: она, как правило, более доро-

га; не всегда отвечает природным условиям ее применения; не стимулирует развитие отечественного горного машиностроения, что негативно сказывается на социально-экономическом развитии страны в целом.

Определенные достижения в создании техники для работы в условиях Севера связаны, в частности, с выпуском совместным предприятием автоконцерн «Ивеко-АМТ» автосамосвалов IvecoAstraHD9, которые протестированы на предприятиях АК «АЛРОСА». На площадке УралАЗа выпускается техника, специально адаптированная для суровых условий эксплуатации по индивидуальным требованиям заказчиков. Полноприводные самосвалы компании «МАН Трак энд Бас РУС» выполняются в дорожном габарите и могут работать не только в условиях карьеров, но и выезжать на трассы общего пользования. Автомобили «Урал» способны работать при температуре окружающего воздуха от минус 50 °С до плюс 50 °С, преодолевать снежную целину до 1 м высотой, водные препятствия глубиной до 1,75 м. Появилось семейство автомобилей «Урал Next», которые сохранили традиционные преимущества «Уралов», но стали более надежными и комфортными, что чрезвычайно важно для освоения новых месторождений в Арктической зоне.

5. Одним из выявленных новых принципов размещения рудоподготовительных комплексов является их максимальное приближение к местам выемки. Для карьеров – размещение установок сухой магнитной сепарации или других подготовительных комплексов в прибортовой зоне или в непосредственной близости к отвалам пустых пород, для подземных рудников – организация подземной рудоподготовки. Изменение порядка образования и мест складирования полученных хвостов способствует сокращению общего объема перевозок и перегрузок руды, а также уменьшению нагрузки на дробильно-обогадательную фабрику, что ведет к существенному снижению транспортных расходов и уровня загрязнения атмосферы.

6. К основному направлению инновационного совершенствования технологических параметров процессов горного производства и обеспечения стабилизации его показателей с ростом глубины карьеров и ухудшением условий эксплуатации следует отнести техническое перевооружение и модернизацию геотехники, обеспечивающей энерго- и ресурсосбережение при ведении горных работ.

При этом главным элементом такого методического подхода являются освоение месторождений не только по видам сырья, но и по условию создания на территории единой социально-

промышленной инфраструктуры, транспортных коммуникаций, источников энергии, обеспечивающих добычу полезного ископаемого, а также согласованная возможность использования ресурсов, продукции и отходов горно-обогательного производства.

Реализация такого подхода может быть достигнута за счет формирования минерально-сырьевых центров экономического развития, создающих предпосылки для организации территориальных промышленных комплексов, включающих в т.ч. горнодобывающие предприятия, вовлекающие в эксплуатацию подготовленные к освоению минеральные ресурсы определенного региона. В качестве организационных форм достижения поставленных целей могут выступать управляющие компании, холдинги и пр., обеспечивающие комплексное освоение территорий и развитие промышленной инфраструктуры.

При предварительном обосновании основных параметров разработки месторождений в новых сырьевых районах необходимо руководствоваться следующими подходами:

- на первом этапе освоения выделение участков первоочередной разработки полезного ископаемого с наиболее предпочтительными условиями отработки и утвержденными запасами для добычи на срок не менее 10 лет;

- установление среднегодовых объемов добычи исходя из потребности рынка сбыта сырья и горнотехнических условий извлечения запасов из недр, ведение разработки открытым способом;

- определение параметров карьеров и показателей работы технологического оборудования с учетом опыта горных работ на действующих предприятиях-аналогах с максимальным использованием типовых технических решений;

- при ведении горных работ рациональное использование мобильной высокопроизводительной техники, соответствующей сложившимся горнотехническим условиям, на первых этапах – дизельной, с максимальным применением местных энергетических ресурсов и материалов;

- предпочтительные технологии переработки полезного ископаемого на местах ведения работ – с максимальным использованием сухих методов предварительного обогащения без использования глубоких стадий обогащения и химических реактивов с целью сокращения расходов и исключения негативного воздействия продуктов обогащения на окружающую среду;

- предварительное обогащение на промышленной площадке предприятий с использованием стадий дробления, сортировки и сепарации сырья и отсечением некондиционных руд и со-

путствующих пород; вывоз полученного промежуточного продукта (концентрат) в освоенные индустриальные регионы для последующей переработки;

- возможность использования хвостов предварительного обогащения (некондиционное сырье и сопутствующие породы) в качестве сырья для производства щебня различного назначения.

Характерной чертой регионов Арктической зоны и прилегающих к ней регионов, помимо суровых природно-климатических условий, зачастую является практически полное отсутствие инфраструктуры, производственной базы и трудовых ресурсов. К сожалению, разработка стратегии изучения и освоения ресурсов недр этой зоны сопряжена с необходимостью принятия решений в условиях недостаточной надежности имеющихся исходных геологических данных.

При создании минерально-сырьевой базы в труднодоступных регионах организация промышленной и социальной инфраструктуры – самый затратный элемент, поэтому комплексность освоения недр при одновременном налаживании открытой инфраструктуры эксплуатирующих предприятий, в наибольшей степени интегрированных в общую экономическую структуру региона и страны в целом. Исходя из этого, современным принципом освоения недр в труднодоступных районах страны и организации ведения геологоразведочных и горных работ служит принцип комплексного освоения территорий, позволяющий системно решать проблемы развития региона [8,9].

Предлагаются следующие научно-организационные мероприятия по эффективному освоению недр:

- разработка Программы освоения и развития минерально-сырьевой базы на период до 2030–2050 гг.;

- проведение геолого-технологического-эколого-экономической оценки месторождений, находящихся в эксплуатации, проектируемых и подлежащих доразведке и последующему освоению с учетом запасов по категориям А, В и С₁ и С₂;

- выделение объектов первоочередного освоения по основным видам минерального сырья с учетом состояния и перспектив развития инфраструктуры, отдавая предпочтение комплексному освоению территорий путем создания минерально-сырьевых центров.

Таким образом, основой стратегии создания и эксплуатации минерально-сырьевой базы Севера Урала и Дальнего Востока являются объединение геологоразведочных площадей и металлогенных территорий с административными технологическими и инфраструктурными объ-

ектами, комплексность освоения недр при одновременном налаживании открытой инфраструктуры эксплуатирующих предприятий. Реализация предложенного принципа обеспечивается организацией холдинговой структуры, ответственной за создание общей промышленной инфраструктуры в районе ведения работ. Освоение месторождения по отраслевому принципу приводит к созданию замкнутой производственной системы с максимальной потребностью в трудовых ресурсах.

Литература

1. *Минерально-сырьевой потенциал недр Российской Федерации: в двух томах. Т. 1. Прогнозно-металлогенический анализ* / Минприроды РФ, Роснедра ФГУП; науч. ред. О.В. Петров. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2009. 224 с.
2. *Минерально-сырьевой потенциал недр Российской Федерации: в двух томах. Т. 2. Минерально-сырьевой и стоимостный анализ* / Минприроды РФ, Роснедра ФГУП; науч. ред. О.В. Петров. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2009. 492 с.
3. *Батугин С.А. Закономерности развития горного дела* / С.А. Батугин, В.Л. Яковлев; отв. ред. Е.Н. Чemezov; ИГД Севера СО РАН. Якутск: ЯНЦ СО РАН, 1992. 116 с.
4. *Минерально-сырьевой комплекс Якутии на пути адаптации к условиям кардинальных перемен* / С. А. Батугин, В. П. Зубков, М. Д. Новопашин, С. М. Ткач // Геотехнологические проблемы комплексного освоения недр. Екатеринбург, 2004. С. 71–86 (Сб. науч. тр. / ИГД УрО РАН. Вып.2(92)).
5. *Ткач С.М. Методические и геотехнологические аспекты повышения эффективности освоения рудных и россыпных месторождений Якутии* / С.М. Ткач; отв. ред. С.А. Батугин. Якутск: Изд-во Института мерзлотоведения СО РАН, 2006. 284 с.
6. *Систематизация условий размещения и освоения природных и техногенных объектов минерального сырья Уральского и Дальневосточного федеральных округов* / В.Л. Яковлев, С.В. Корнилов, Ю.В. Лаптев, Ю.А. Мамаев, А.П. Ван-Ван-Е, Г.Ф. Складорова // Горный информационно-аналитический бюллетень: Дальний Восток. 2013. Отд. вып. 4. С. 257–272.
7. *Яковлев В.Л. Особенности методологического подхода к обоснованию стратегии освоения сложноструктурных месторождений на основе исследования переходных процессов* // ГИАБ– 2015. – СВ № 30 Геомеханические и геотехнологические проблемы освоения недр Севера. С. 22–35.
8. *Особенности формирования горнопромышленных комплексов Дальневосточного и*

Уральского регионов / С.В. Корнилов, В.Л. Яковлев, Ю.А. Мамаев, А.П. Ван-Ван-Е // Известия вузов. Горный журнал. 2012. № 6. С. 4–11.

9. *Научное обоснование и разработка новых методов эффективного и экологически безопасного освоения природных и техногенных месторождений Урала: Гл. 2.2.3* / В.Л. Яковлев, С.В. Корнилов [и др.] // Проблемы минерального сырья России / Ред. Д.В. Рундквист, Н.С. Бортников, Ю.Г. Сафонов; РАН Отд. наук о Земле. М.: Изд-во ГЦ РАН, 2012. С. 471–486.

References

1. *Mineral'no-syr'evoy potentsial neдр Rossijskoj Federatsii: v 2-kh tt. T. 1. Prognozno-metallogenicheskiy analiz* / Minprirody RF, Rosnedra FGUP; nauch. red. Petrov O.V. Saint Petersburg: Izd. VSEGEI, 2009. 224 p.
2. *Mineral'no-syr'evoy potentsial neдр Rossijskoj Federatsii: v 2-kh tt. T. 2. Mineral'no-syr'evoy i stoimostnyj analiz* / Minprirody RF, Rosnedra FGUP; nauch. red. Petrov O.V. Saint Petersburg: Izd. VSEGEI, 2009. 492 p.
3. *Batugin S.A. Zakonomernosti razvitiya gornogo dela* / S.A. Batugin, V.L. Yakovlev; отв. red. Chemezov E.N.; IGD Severa SO RAN. Yakutsk: YaNTs SO RAN, 1992. 116 p.
4. *Mineral'no-syr'evoy kompleks Yakutii na puti adaptatsii k usloviyam kardinal'nykh peremen* / S.A. Batugin, V.P. Zubkov, M.D. Novopashin, S.M. Tkach // Geotekhnologicheskie problemy kompleksnogo osvoeniya neдр. Ekaterinburg, 2004. P. 71–86. (Sb. nauch. tr. / IGD UrO RAN. Vyp. 2(92)).
5. *Tkach S. M. Metodicheskie i geotekhnologicheskie aspekty povysheniya effektivnosti osvoeniya rudnykh i rossypnykh mestorozhdenij Yakutii* / S.M. Tkach; отв. red. Batugin S.A. Yakutsk: Izd. Instituta merzlotovedeniya SO RAN. 2006. 284 p.
6. *Sistematizatsiya uslovij razmescheniya i osvoeniya prirodnykh i tekhnogennykh ob'ektov mineral'nogo syr'ya Ural'skogo i Dal'nevostochnogo federal'nykh okrugov* / V.L. Yakovlev, S.V. Kornilov, Yu.V. Laptev, Yu.A. Mamaev, A.P. Van-Van-E, G.F. Sklyarova // Gornyj informatsionno-analiticheskiy byulleten': Dal'nij Vostok. 2013. Otd. vyp. 4. P. 257–272.
7. *Yakovlev V.L. Osobennosti metodologicheskogo podkhoda k obosnovaniyu strategii osvoeniya slozhnostrukturnykh mestorozhdenij na osnove issledovaniya perekhodnykh protsessov* / V.L. Yakovlev // GIAB-2015. SV № 30 Geomekhanicheskie i geotekhnologicheskie problemy osvoeniya neдр Severa. P. 22–35.
8. *Osobennosti formirovaniya gornopromyshlennykh kompleksov Dal'nevostochnogo i Ural'skogo regionov* / S.V. Kornilov, V.L. Yakovlev,

Yu. A. Mamaev, A.P. Van-Van-E // Izvestiya vuzov. Gornyj zhurnal. 2012. № 6. P. 4–11.

9. *Nauchnoe obosnovanie i razrabotka novykh metodov effektivnogo i ekologicheskogo bezopasnogo osvoeniya prirodnikh i tekhnogennykh mestorozh-*

denij Urala: Gl. 2.2.3 / V. L. Yakovlev, S. V. Kornilov [i dr.] // Problemy mineragenii Rossii / red. Rundkvist D.V., Bortnikov N.S., Safonov Yu.G.; RAN Otd. nauk o Zemle. Moscow: Izd. GTs RAN, 2012. P. 471–486.

Поступила в редакцию 18.06.2018

Об авторах

ЯКОВЛЕВ Виктор Леонтьевич, член-корр. РАН, доктор технических наук, профессор, Институт горного дела УрО РАН, 620219, Екатеринбург, ул. Мамина-Сибиряка, д.58, <http://orcid.org/0000-0001-5860-9626>, yakovlev@igduran.ru;

ЯКОВЛЕВ Василий Алексеевич, научный сотрудник, Институт горного дела УрО РАН, 620219, Екатеринбург, ул. Мамина-Сибиряка, д.58, <http://orcid.org/0000-0003-3444-6679>, yakovlev@igduran.ru.

About the Authors

YAKOVLEV Victor Leontyevich, Corresponding Member of RAS, Doctor of Technical Sciences, Professor, Institute of Mining of the Ural Branch of the RAS, 58 Mamin-Sibiryak St., Ekaterinburg, 620219, Russia, <http://orcid.org/0000-0001-5860-9626>, yakovlev@igduran.ru;

YAKOVLEV Vasilij Alekseevich, Research Scientist, Institute of Mining of the Ural Branch of the RAS, 58 Mamin-Sibiryak St., Ekaterinburg, 620219, Russia, <http://orcid.org/0000-0003-3444-6679>, yakovlev@igduran.ru.