

УДК 553(211-17):553.04

Машковцев Г.А., Быховский Л.З., Коротков В.В., Орлова Н.И. (ФГБУ «ВИМС»)

РУДНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИИ

*Показано значение Арктической зоны России (АЗР) в минерально-сырьевой базе и добыче твердых полезных ископаемых страны. Отмечена ведущая роль (80–100 %) АЗР в добыче апатита, тантала, ниобия, редкоземельных металлов, никеля, кобальта, платиноидов, хрома, алмазов, циркония, сурьмы, мамонтовой кости, а также важная (30–60 %) — в добыче меди, бокситов, золота и серебра и заметная — в добыче железных руд и угля. Недостаточная изученность территории и имеющиеся геологические предпосылки позволяют рассчитывать на открытие новых месторождений и существенный прирост запасов твердых полезных ископаемых. **Ключевые слова:** минерально-сырьевая база, твердые полезные ископаемые, Арктическая зона России, Карело-Кольский район, Новоземельно-Полярно-Уральский, Норильский, Эбелях-Томторский, Депутатский, Чукотский, запасы, добыча, производство, металлы, неметаллы, уголь.*

Mashkovtsev G.A., Bykhovskiy L.Z., Korotkov V.V., Orlova N.I. (VIMS)

SOLID MINERALS MINING POTENTIAL OF ARCTIC REGION OF RUSSIA

*Shown an importance of the Arctic Region of Russia (ARR) in mineral resources base and solid minerals mining in country. Noted leading place (80–100 %) ARR in mining of apatit, tantalum, niobium, REE, nickel, cobalt, PGM, chromium, diamonds, zirconium, antimony, fossil ivory; and also important (30–60 %) — in mining of copper, bauxites, gold, silver and appreciable — in iron ore and coal. Low level of the exploration of the region and geological assumptions allow to expect of finding of new deposits and significant solid minerals resources gain. **Key words:** mineral resources base, solid minerals, Arctic Region of Russia, Karelo-Kolskiy Region, Novozemelno-Polar-Ural, Norilsk, Ebeliakh-Tomtor, Deputatskiy, Chukotka, resources, mining, metals, non-metals, coal.*

Интерес Российского государства к северным территориям обозначился еще с допетровских времен, когда первые землепроходцы открыли в Европейской части проявления солей, болотного железа, нефти и газа. Впоследствии экспедициями С. Дежнева и ряда других энтузиастов были охвачены громадные территории побережья Северного Ледовитого океана вплоть до Чукотки. В советский период освоение Арктики стало крупной государственной задачей, включающей не только гидрологические исследования акватории силами дрейфующих станций «Северный полюс», но и планомерные геолого-поисковые изыскания материковой части Арктической зоны и островов Северного Ледови-

того океана. В результате были выявлены крупные месторождения апатитов, железа, редких и редкоземельных металлов, олова, меди, никеля, платиноидов, алмазов, углей, золота и целого ряда других твердых полезных ископаемых (ТПИ), на базе которых были созданы действующие до сих пор ГОКи и инфраструктурные объекты, в т.ч. добычные комплексы Карело-Кольского региона, Воркуты, Норильска, Архангельской области, Чукотки, Якутии и др. [1, 6, 13, 14]. В то же время, некоторые горно-добычные комплексы и связанные с ними поселки в постсоветское время практически были законсервированы в связи с неостребованностью товарной продукции. Ярким примером является Депутатский ГОК с мощной и качественной оловорудной минерально-сырьевой базой. В последние десятилетия были открыты, оценены и продолжают разведываться ряд месторождений: полиметаллическое Павловское на Новой Земле, меднорудное с золотом Песчанка, алмазов в Якутии и Архангельской области, платиноидов в Панско-Федоровской тундре [5–8, 12–14]; начали разрабатывать золоторудные месторождения Майское и Купол на Чукотке, новые россыпи алмазов в Эбеляхском районе Якутии, алмазные трубки в Архангельской области и др.

Народнохозяйственная целесообразность дальнейшего эффективного освоения и развития МСБ твердых полезных ископаемых Арктической зоны России (АЗР) в нынешнее время продиктовано следующими обстоятельствами: высокими количественными параметрами рудных объектов дефицитных и ликвидных видов минерального сырья, возможностью использования Северного пути для транспортировки руд и концентратов в целях обеспечения внутренних и экспортных потребностей страны, а также для технического и хозяйственного снабжения ГОКов, наличием в пределах зоны крупных разведанных запасов углей, которые могут быть использованы для энергообеспечения производственных и связанных с ними социальных объектов, начатыми проектами освоения углеводородных месторождений, что обеспечивает синергетический эффект создания и эксплуатации необходимой инфраструктуры и т.п.

Даже если в ближайшие годы не будет реализовано декларируемое в настоящее время использование Северного пути как наиболее оптимальной глобальной транспортной магистрали, связывающей северные страны тихоокеанского и атлантического регионов, его громадное экономическое значение для оживления народнохозяйственной деятельности России и ее связи с активно развивающимися странами юго-восточной Азии неоспоримо.

В пределах АЗР государственным балансом учтено более 800 месторождений твердых полезных ископаемых (ТПИ) по 23 видам, в том числе: 38 месторождений черных металлов, 198 — цветных, 16 — редких, 361 — благородных (без учета мелких россыпей золота с запа-



Рис. 1. Схема размещения минерально-сырьевых центров в Арктической зоне РФ: 1 — граница Арктической зоны РФ; 2 — металлургические комбинаты; 3 — ГОКи: а — действующие, б — строящиеся и планируемые; основные рудные объекты: 4 — железо, 5 — титан, 6 — хромиты, 7 — редкие металлы, 8 — медь, никель, платиноиды, 9 — свинец, цинк, 10 — барит, 11 — олово, вольфрам, 12 — золото, серебро, 13 — марганец, 14 — уран, 15 — фосфор, 16 — уголь, 17 — алмазы, 18 — разрабатываемые, 19 — подготавливаемые к освоению, 20 — резервные; 21 — ГЭС, ФЭС, ГРЭС, ТЭЦ: а — действующие, б — строящиеся и планируемые; 22 — Севморпуть; 23 — круглогодичные порты; 24 — дороги: а — железные, б — автодороги

сами менее 100 кг), 63 месторождения горно-химического сырья и около 50 месторождений угля. Пространственно месторождения объединены нами в шесть основных крупных минерально-сырьевых центров (районов, регионов): Карело-Кольский (Fe, Ni, Cu, TR, Ti, Pt, апатиты), Новоземельно-Полярно-Уральский (Cr, Mn, Pb-Zn, уголь), Норильский (Ni, Co, Cu, Pd, Pt), Эбелях-Томторский (Nb, TR, Sc, алмазы), Депутатский (Sn, W, Hg, Sb), Чукотский (Sn, Au, W, Cu, Mo, Ag, Hg) (рис. 1). Рациональное освоение каждого из этих районов требует комплексного подхода, что обеспечит наиболее экономически эффективную эксплуатацию производственной, социальной, энергетической и транспортной инфраструктуры, в т.ч. портовых узлов и выходов к Севморпути.

МСБ и производство товарной руды, концентратов и металлов АЗР составляет значительную долю в общем балансе страны по многим ТПИ, превышающую 50–70 % (табл. 1). Однако по некоторым видам минерального сырья высокие показатели производства товарной продукции (%) создают ложную картину значительной обеспеченности потребностей страны. На самом деле современный уровень потребления хрома, титана, тантала, ниобия и РЗМ неоправданно низок в связи с временным застоём в металлургии и промышленности, а также в связи со сложившимся импортом концентратов, промпродуктов и компонентов в изделиях при имеющихся на территории РФ значительных запасах этих видов минерального сырья. Эта ситуация касается хрома, титана, циркония, редких земель, тантала, ниобия, лития, барита. Например, при современной потребности в хrome около 1 млн. т в год на отечественных месторождениях производится суммарно около 500 тыс. т: на Центральном (Полярный Урал) — 350 тыс. т, на Сарановском (Пермская обл.) — 130 тыс. т. Остальной необходимый объём хромитового сырья им-

портируется из Казахстана и Турции. При этом Аганозерское и Сопчеозерское месторождения распределённого фонда (Карело-Кольский район) не осваиваются. Титан, редкие земли, тантал и ниобий получают сегодня из лопаритовых руд Ловозерского месторождения (Кольский п-ов).

Основная часть необходимого количества титана импортируется в концентратах и в виде пигментного диоксида титана. При этом страна располагает колоссальной по масштабам минерально-сырьевой базой титана — коренные месторождения: Юго Восточная Гремяха (Кольский п-ов), Большой Сейим (Д. Восток) и большое количество россыпных объектов, однако ни одно из них не разрабатывается. В значительной мере это также касается редких земель, тантала и ниобия — редкометалльные месторождения: Белозиминское, Большетагнинское, Вишняковское (Иркутская обл.), Катугинское (Забайкальский край) и многие другие не осваиваются, а более 80 тыс. т редких земель (порядка 70 % мировой потребности), добываемых при производстве апатитового концентрата в Хибинах, списываются с госбаланса [3, 9, 11]. Не все из упомянутых объектов обладают геолого-экономическими параметрами мирового уровня, однако разработка и использование прогрессивных технологий добычи и переработки минерального сырья может обеспечить их рентабельное освоение.

Ниже рассмотрены состояние, перспективы освоения и развития МСБ крупных районов АЗР, в том числе приведены площади проведения поисковых работ на основные виды ТПИ, финансируемые за счёт госбюджетных средств.

Карело-Кольский регион включает большую группу железорудных, хромитовых, ильменит-титаномагнетитовых, редкометалльных месторождений и месторождений горно-химического сырья [3, 5, 6, 13]. Основ-

Таблица 1
Значение Арктики в запасах и добыче полезных ископаемых России

Полезное ископаемое / количество месторождений / в т.ч. разрабатываемых	% к запасам РФ $\frac{A+B+C_1}{A+B+C_1+C_2}$	% к добыче РФ (из недр)	Крупные месторождения /разрабатываемые	Минерально-сырьевые центры
Железо /17 /9	$\frac{4,8}{6,1}$	18,8	Оленегорское, Ковдорское, Костомукша / те же	Карело-Кольский
Хром /6 /2	$\frac{71,9}{83,8}$	64,3	Аганозерское, Сопчеозерское, Центральное, Западное /Центральное, Западное	Карело-Кольский, Полярно-Уральский
Титан /10 /7	$\frac{55,3}{68,2}$	> 95,0 извлекают – 3,0	ЮВ Гремяха, Ярега /Ловозерское, Кукисвумчорр, Юкспорское, Ньюрпахское, Апатитовый Цирк, Коашвинское, Плато Рассвумчорр	Карело-Кольский, Печорский
Медь /27 /7	$\frac{41,7}{31,2}$	52,9	Октябрьское, Талнахское, Ждановское /те же	Норильский, Карело-Кольский
Никель /27 /7	$\frac{88,0}{62,4}$	97,3		
Кобальт /18 /7	$\frac{72,0}{67,1}$	84,7		
МПГ /16 /7	$\frac{99,7}{99,3}$	96,8		
Апатит (P_2O_5) /12 /7	$\frac{68,2}{91,4}$	99,6	Кукисвумчорр, Юкспорское, Коашвинское и др. /те же	Карело-Кольский
Нефелин /11 /7	$\frac{80,7}{91,3}$	88,7		
Бокситы /9 /2	$\frac{51,6}{44,1}$	59,2	Иксинское, Вежаю-Ворыквинское / те же	Приморский, Полярно-Уральский
Олово / >95	$\frac{54,0}{47,4}$	—	Депутатское, Тирехтах, Одинокое, Пыркайское и др.	Депутатский, Чукотский
Ртуть /8	$\frac{57,3}{66,5}$	—	Западно-Палянское	Чукотский
Сурьма /9 /2	$\frac{56,3}{49,9}$	84,76	Сентачанское, Сарылахское /те же	Депутатский
Цирконий /1 /1	$\frac{19,1}{19,5}$	99,1	Ковдорское / то же	Карело-Кольский
РЗМ /11 /7	$\frac{72,6}{71,3}$	100,0 извлекают – 2,6	Ловозерское, Коашвинское, Юкспорское и др. Хибинской группы	Карело-Кольский
Тантал /6 /1	$\frac{25,9}{16,6}$	100,0	Ловозерское /то же	Карело-Кольский
Ниобий /9 /1	$\frac{21,3}{32,2}$	100,0	Ловозерское /то же	Карело-Кольский
Золото	$\sim 30,0$	$\sim 30,0$	Купол, Двойное, Майское, Валунистое и др. /Купол, Майское и др.	Чукотский, Депутатский
Алмазы /40 /16	$\frac{84,4}{84,4}$	80,7	Трубки Архангельская, имени В. Гриба, Удачная, Юбилейная, россыпи Эбеляхского района /те же	Эбелях-Томторский, Приморский
Литий /3	$\frac{41,7}{34,0}$	—	Колмозерское	Карело-Кольский
Рубидий /8 /7	$\frac{57,7}{54,0}$	78,5	Кукисвумчоррское, Юкспорское и др. /те же	Карело-Кольский
Стронций /8 /7	$\frac{—}{96,6}$	98,0		
Галлий /11 /9	$\frac{89,9}{89,7}$	97,2	Кукисвумчоррское и др. Хибинской группы, Иксинское, Вежаю-Ворыквинское / те же	Карело-Кольский, Приморский, Полярно-Уральский
Скандий /1	$\frac{21,0}{—}$	—	Томторское	Эбелях-Томторский

ные параметры наиболее крупных и значимых из них приведены на рис. 2 и в табл. 2.

Железорудные месторождения, принадлежащие геолого-промышленному типу железистых кварцитов —

Оленегорское, Кировогорское, Аномальное и ряд других, активно разрабатываются ОАО «Северсталь» с годовой производительностью (2014 г.) по товарной руде 26,5 млн. т. Однако запасов руд под открытый способ

разработки, в частности на *Кировогорском* месторождении, остается лишь на 5–6 лет, а запасы *Оленегорского* месторождения почти полностью отработаны. В целях расширения железорудной минерально-сырьевой базы района за счет государственного бюджета в последние годы проведены поисковые работы в Мурманской области, не давшие ощутимых результатов [5] (В.М. Аликберов и др.).

В настоящее время в Республике Карелия ОАО «Карельский окатыш» (Костомукшский ГОК) разрабатывает месторождения *Костомукшское* и *Корпангское* открытым способом. В перспективе недропользователю предстоит перейти на подземный способ разработки железистых кварцитов и готовиться к освоению ильменит-титаномагнетитовых месторождений, в частности, Юго-Восточной Гремяхи и Пудожгорского. Однако титаномагнетитовые концентраты этих месторождений из-за повышенных содержаний TiO_2 (>4 %) не пригодны для доменной плавки.

Уникальное по составу *Ковдорское* комплексное апатит-железорудное месторождение с запасами порядка 520 млн. т руды и в дальнейшем будет эффективно разрабатываться с годовой производительностью около 18 млн. т товарных руд. Экономическая эффективность его освоения поддерживается производством бадделитового концентрата (Zr_2O_3), который практически полностью экспортируется, несмотря на значительную потребность в цирконии Росатома и большого числа других производств РФ.

МСБ Карело-Кольского региона располагает одним из лучших на территории России *ильменит-титаномагнетитовых* месторождений — *Юго-Восточная Гремяха*. Содержания TiO_2 в рудах (8,55 %), открытый способ разработки месторождения и расположение в осваиваемом районе Мурманской области определяют его рентабельность. В настоящее время разрабатывается лишь одно небольшое ильменит-титаномагнетитовое месторождение — Куранахское (Д. Восток) со 100%-ным экспортом получаемых ильменитового и титаномагнетитового концентратов в Китай. На базе Юго-



Рис. 2. Основные месторождения Карело-Кольского региона. Усл. обозначения промышленных и инфраструктурных объектов см. на рис. 1

Таблица 2
Балансовые запасы месторождений Карело-Кольского региона

Месторождения	Содержания полезных компонентов, %	Запасы млн. т или % от РФ	
		A+B+C ₁	C ₂
Ловозерское титан-редкометалльное	Ta ₂ O ₅ — 0,019	29,9 %	37 %
	Nb ₂ O ₅ — 0,24	25 %	32,6 %
	TR ₂ O ₃ — 1,12	25,6 %	45,7 %
Хибинская группа нефелин-апатитовых месторождений	P ₂ O ₅ — 12,8	412,6	56,7
	Нефел. руды — 12,8	3401,5	446,1
	TR ₂ O ₃ — 0,33	57,4 %	13,4 %
	SrO — 1,4	99,6 %	93,1 %
Ковдорское	Fe — 26,5	304	220
	ZrO ₂ — 0,17	5,2 %	
Аганозерское хромитовое	Cr ₂ O ₃ — 22,65	8,1	18,5
Юго-Восточная Гремяха железотитановое	TiO ₂ — 8,55	39,7	10,1

Восточной Гремяхи возможно создание мощного горнорудного предприятия, способного производить в необходимых для страны объемах титановое сырье для получения пигментного диоксида и титановой губки [5] (Л.З. Быховский и др.). При необходимости значительную ее часть можно экспортировать, используя портовые объекты Арктической зоны и морской транспорт. В регионе располагаются два крупных, давно разведанных и переданных в недропользование месторождения *хромитов*, — *Сопчеозерское* и *Аганозерское* (табл. 2), которые до настоящего времени не разрабатываются из-за пониженного качества руд. Так, например, на Аганозерском месторождении, принадлежащем стратиформному геолого-промышленному типу и обладающему запасами около половины МСБ хрома РФ (26,2 млн. т), содержание металла в рудах составляет 22,65–25,68 %. Это почти вдвое ниже тех же параметров на разрабатываемых месторождениях — Центральном (ЯНАО) и Сарановском (Пермская обл.). Эффективное, экономически рентабельное освоение хромовых месторождений региона может быть обеспечено применением современных технологий обогащения руд радиометрическими и гравитационными методами с металлургическим окончанием с получением товарного продукта в виде чардж-хрома. Освоение только одного Аганозерского месторождения способно полностью обеспечить внутренние потребности отечественной металлургии и избавиться от импорта хрома.

Другим стратегически важным в сырьевом отношении *редкометалльным направлением* является производство *лопаритового концентрата* на *Ловозерском месторождении*. Там располагаются два осваиваемых участка — Карнаут и Кедыквырпахт, а участок Аллуайв находится в нераспределенном фонде. Оруденение связано с горизонтами ювитов, малинитов, уртитов в пределах ультращелочного Ловозерского массива. Редкометалльное оруденение имеет комплексный характер и содержит (табл. 2): Ta₂O₅ — 0,019 %; TR₂O₃ — 1,12 %; SrO — 0,08 %; Nb₂O₅ — 0,24 %; TiO₂ — 1,29 %. Запасы промышленных категорий (A, B, C₁) редких земель составляют 15,3 % от их общего объема в МСБ РФ.

Содержание лопарита в руде составляет около 2,4 %, основных компонентов в лопарите: Ta_2O_5 — 0,7 %; Nb_2O_5 ~8 %; TR_2O_3 ~35 %; TiO_2 ~37 %.

В настоящее время фактическая добыча руды составляет порядка 372 тыс. т с получением около 7300 лопаритового концентрата на АО «Севредмет» (бывшем Ловозерском ГОКе), являющимся дочерним предприятием Соликамского титано-магниевого комбината, где производится полная глубокая переработка лопаритового концентрата с получением пентаоксида и чистых металлов тантала и ниобия, индивидуальных концентратов оксидов и соединений РЗМ цериевой группы и титановой губки.

Деятельность АО «Севредмет» является единственным источником получения редких земель, тантала и ниобия, которые в небольшом объеме потребляются отечественными и в основном зарубежными предприятиями. Однако объемов производства этих, по-настоящему стратегических металлов, явно недостаточно для активно развивающихся самолетостроения, автомобильной промышленности, станкостроения, выпуска труб большого диаметра и других отраслей промышленности. Сейчас титан импортируется в концентратах и диоксиде титана, а тантал, ниобий и редкие земли — в виде металлов, оксидов и главным образом в изделиях. В то же время, несмотря на огромные запасы лопаритовых руд, дальнейшее расширение производства концентрата экономически проблематично, так как доля запасов «рентабельных» руд с содержанием лопарита более 2,6–2,7 % относительно невелика. Кроме того, существенно увеличивает себестоимость продукции необходимость развития подземной отработки, а также сложная дорогостоящая технология переработки лопаритового концентрата. В связи с этим очевидна необходимость как увеличения мощности Ловозерского ГОКа, так и создания производства титана, редких металлов, включая редкие земли на других месторождениях АЗР. В частности необходима доразведка и переоценка забалансовых запасов эвдиалитовых руд участка Аллуайв, эвдиалит которых содержит 12,6 % ZrO_2 и ~2 % TR_2O_3 , в т.ч. ~40 % редких земель иттриевой группы. Ранее запасы TR_2O_3 не были подсчитаны и оценены [3, 9].

Одним из важнейших и масштабных источников получения *редких земель* могут явиться *Хибинские апатит-нефелиновые месторождения*. Апатит-нефелиновые руды, на базе которых производится основной объем апатитового концентрата, сосредоточены в 8 месторождениях Хибинского массива апатитовых нефелиновых сиенитов, которые связаны с ийолит-уртитам и многоярусными зонами брекчирования. Балансовые запасы руд составляют 500 млн. т. Минеральный состав руд — нефелин, апатит, эгирин, сфен, титаномagnetит, полевой шпат. Содержания P_2O_5 составляют 14,2 %, TR_2O_3 — 0,33 %, SrO — 1,4 %; кроме того, в качестве попутных компонентов в рудах присутствуют цезий, галлий и ниобий. В апатитовых концентратах содержание TR_2O_3 составляет около 1 % (в т.ч. ~10 % TR иттриевой группы) и около 3 % SrO [3, 5, 9, 11].

Хибинские месторождения разрабатываются с 1930-х годов и в советское время добыча руды достигала

50 млн. т, сегодня около 20 млн. т. При этом производилось около 20 млн. т апатитового концентрата, ныне около 8 млн. т. При переработке апатитового концентрата сернокислотным способом редкие земли концентрируются в фосфогипсе, который уходит в отходы и в минеральные удобрения. Наиболее приемлемая и практически безотходная азотно-кислотная технология обеспечивает возможность эффективного извлечения редких земель. В настоящее время в Новгороде для переработки апатитовых концентратов месторождения Олений ручей внедряется подобная технология, что является первым, но очень важным шагом в направлении масштабного производства стратегически важной редкометалльной продукции.

В **Полярноуральско-Новоземельском регионе** наибольшее значение среди твердых полезных ископаемых имеют полиметаллы, хромиты, уголь и барит. Возможность их активного использования для внутренних и экспортных потребностей существенно возрастает в связи с принятыми государственными планами возрождения деятельности Севморпути, завершением строительством железной дороги Обская-Бованенково с выходом на западный берег п-ова Ямал и проектируемое строительство порта (рис. 3, табл. 3).

Разведанные запасы **полиметаллов** сосредоточены на *месторождении Павловское*, выявленном на о. Новая Земля более 20 лет назад Полярной экспедицией. Балансовые запасы цинка составляют 1967 тыс. т, свинца — 453 тыс. т, серебра 672 т. Вблизи месторождения локализовано Северное рудное поле с прогнозными ресурсами кат. P_2 и P_1 условного цинка порядка 1 млн. т [13] (Б.М. Зубарев и др.).

Месторождение Павловское сложено жильно-штоковыми массивными, гнездово-прожилковыми галенит-сфалерит-пиритовыми рудами. Содержание

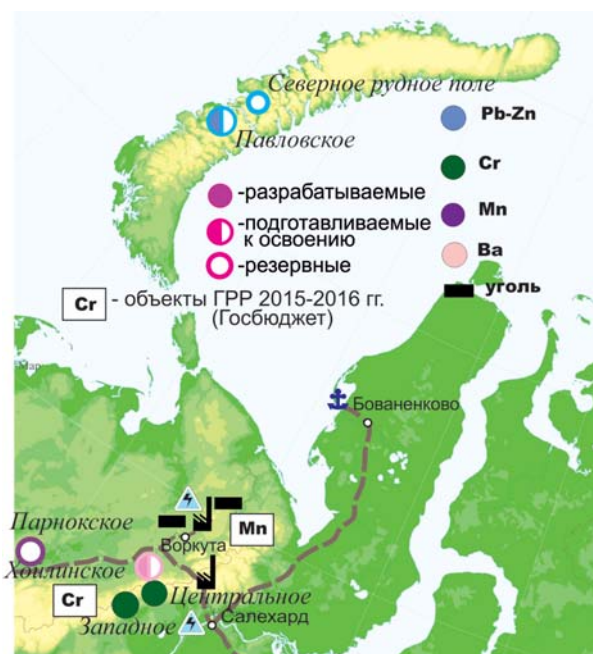


Рис. 3. Основные месторождения Полярно-Уральско-Новоземельского региона. Усл. обозначения промышленных и инфраструктурных объектов см. на рис. 1

Таблица 3
Балансовые запасы месторождений Полярно-Уральско-Новоземельского региона

Место-рождения	Содержания полез-ных компонентов	Запасы	
		A+B+C ₁	C ₂
Павловское полиметаллическое	Zn от 1,6 до 20,8 % Pb от 1,0 до 2,9 %	C ₁ +C ₂ Zn — 1967 тыс. т Pb — 453 тыс. т Ag — 672 т	
Северное рудное поле полиметаллическое	Zn до 35 % Pb до 20 % Ag до 200 г/т	—	
Парнокское марганцевое	31,4 %	1,26 млн. т, 0,71 млн. т окисленных	2,64 млн. т 0,36 млн. т окисленных
Райизского района хромитовые	Центральное 22,0 % Западное 21,6 %	6,06 млн. т 2,9 млн. т	—
Хойлинское баритовое	BaSO ₄ 85,37 %	1 878 тыс. т	—

цинка составляет 6,6 %, свинца — 1,06–1,44 %. Сопутствующими элементами являются: серебро с содержанием 23,9 г/т, висмут, германий, кадмий, таллий, ниобий, индий, иттрий, церий. Запасы полиметаллов рудного узла могут быть увеличены на 500 тыс. т за счет разведки Северного рудного поля. Разработка месторождения будет осуществляться открытым способом с получением на месте коллективного концентрата и его транспортировкой морем с конечной реализацией отечественному или зарубежному потребителю.

На Полярном Урале в пределах дунитового структурно-вещественного комплекса Райизского ультраосновного массива выявлен рудный район альпинотипных **хромитов**, включающих осваиваемое месторождение Центральное, подготовленное к освоению Западное и разведываемое 214. **Месторождение Центральное** имеет промышленные запасы (кат. A+B+C₁+C₂) 1927 тыс. т морфологически сложных, высокомагнезиальных руд металлургических сортов с высокохромистой шпинелью и содержанием хрома 43 %. В последние десятилетия производство хромитов варьировало в пределах 300–500 тыс. т в год. К настоящему времени «карьерные» запасы полностью отработаны и ведется доразведка глубоких горизонтов с подготовкой блоков для подземной добычи. Одновременно с этим готовится к освоению близрасположенное **месторождение Западное** с запасами около 3 млн. т хромитовых руд с более высокими в сравнении с Центральным содержаниями металла. Продолжается разведка на месторождении 214, где зафиксированы самые высокие содержания хрома — до 47 % [13].

На Полярном Урале в 90 км от г. Воркута расположено уникальное Хойлинское месторождение дефицитных высококачественных (содержание BaSO₄ — 85,4 %) **баритов** с промышленными запасами (кат. A+B+C₁) 1878 тыс. т. Месторождение представлено серией стратиформных залежей в песчано-сланцевой толще, имеющих общую протяженность более 7 км. Минеральный состав руд — барит, кварц, кальцит. Высокое качество руд позволяет их использовать без

предварительного обогащения путем сухого помола с получением кондиционного баритового концентрата. Промышленные испытания этой технологии проведены еще в 1990-е годы на фабриках Воркуты и дали положительные результаты. Значительные запасы руд позволяют организовать добычу по сырой руде на уровне 120 тыс. т в год, что может обеспечить производство больших объемов баритового концентрата и утяжелителя бурового раствора для использования при бурении на нефть и газ в Арктической зоне и в других районах страны.

Полярноуральский регион обладает значительными, более 7 млрд. т, запасами **каменного угля**, сосредоточенными в угленосных районах Печорского бассейна — Воркутинском, Интинском, Каратайхском, Усинско-Сейдинском и др. [6]. В последнее десятилетие угледобыча существенно сокращена (около 10 млн. т на месторождениях Воркутинского и Интинского районов), что связано с реализуемыми потребностями в коксующихся марках металлургического комплекса ОАО «Северсталь» и небольшими мощностями угольных электростанций Европейской части РФ, энергетика которых главным образом использует природный газ. В то же время, подготовленные к освоению месторождения Усинско-Сейдинского угленосного района, имеют оптимальную логистику для выхода товарной продукции на Севморпуть и экспорт, используя железнодорожный путь Сейда-Лабитнанги — Обская — Бованенково и проектируемый портовый комплекс на западном берегу п-ова Ямал. Другой вариант поставки каменного угля на внешний рынок к тому же Севморпути — это его транспортировка по железной дороге Воркута-Москва до ст. Микунь, а затем к действующему архангельскому глубоководному порту по строящейся магистрали Белкомур, соединяющей Соликамск, Сыктывкар и Архангельск. Формирующийся новый транспортный путь от побережья Карского моря (ст. Бованенково) до Белого моря охватывает огромные пространства Северных районов Европейской части РФ с гигантскими запасами углеводородов, ТПИ и деловой древесины, что вместе с возрождением Севморпути придает мощный импульс социально-экономическому развитию этого важнейшего региона.

Норильский регион, содержащий более 2,6 млрд. т комплексных медно-никелевых с платиноидами руд, является одним из крупнейших в мире. В геологическом отношении район связан с Норильско-Хараелахской минерагенической зоной. В рудах содержатся: Ni до 4,23 %, Cu — 1,1–1,7 % до 2,7–5,8 % в богатых массивных рудах, платиноиды — при 6,6–14,5 г/т, а также Au, Ag, Co и другие высокоценные металлы. Наиболее крупным уникальным объектом является Октябрьское месторождение с запасами меди (кат. A+B+C₁+C₂) — около 20 млн. т при C_{Cu} — 1,64 %, платиноидов 5,6 тыс. т при C_{Pt} — 4,5 г/т, золота 268 т при C_{Au} — 0,22 г/т и никеля с C_{Ni} — 0,82–4,23 %. Талнахское месторождение с запасами меди 10,5 млн. т при C_{Cu} — 1,11 %; Pt+Pd — 3,3 тыс. т при C_{Pt+Pd} — 4,6 г/т, золота 148 т при C_{Au} — 0,21 г/т и при C_{Ni} — 0,69 %. В последнее десятилетие выявлено и готовится к освоению близкое по составу руд Масловское месторождение, однако запасы

и, главное, содержания полезных компонентов здесь существенно ниже, чем на Октябрьском и Талнахском. Так, запасы меди кат. C_1+C_2 составляют 1,1 млн. т при C_{Cu} — 0,54 %; никеля — 0,7 млн. т при C_{Ni} — 0,33 %, кобальта — 34 тыс. т при C_{Co} — 0,016 %; содержания Pt — 4,56 г/т, Pd — 1,78 г/т, Au — 0,19 г/т.

Огромные запасы комплексных руд Норильского региона обеспечивают деятельность добычного и перерабатывающих комплексов на многие десятилетия. С учетом оживления Севморпути экспорт высокоценных металлов и концентратов, который и в настоящее время является крупным источником поступления валюты, станет еще более экономически эффективным.

Другим важнейшим в стратегическом отношении рудным регионом АЗР является **Эбелях-Томторский** в Северной Якутии. *Эбеляхская алмазная группа россытей* со средним содержанием алмазов 1,43 карат/м³ продолжает осваиваться с высокой годовой производительностью порядка 4242 тыс. карат и перспективы ее дальнейшей разработки обеспечены достаточно высокими запасами и прогнозными ресурсами руд. Интенсивно отрабатываются и коренные месторождения алмазов Лено-Анабарской провинции.

Одно из крупнейших в мире, *редкометальное Томторское месторождение* (ниобий, редкие земли, иттрий и скандий), только подготавливается к опытно-промышленной отработке. В геологическом отношении редкометальное оруденение связано с перетолженными корами выветривания Томторского ультращелочного карбонатитового массива, сформировавшимся в пермское время [16]. В определенной мере якутский объект — аналог крупнейшего месторождения Араша в Бразилии, который является основным в мире (до 85 %) источником производства ниобиевой продукции. *Томторское месторождение* включает три участка — Буранный, Южный и Северный (табл. 4). Геологоразведочные работы оценочной стадии проведены только на участке Буранный с незначительными балансовыми запасами оксидов ниобия. При этом технология обогащения и глубокой переработки руд до конца не разработана. К настоящему времени участок находится в распределенном фонде, его доразведует и осваивает компания ООО «Восток-Инжиниринг», дочернее предприятие ГК «Ростех» и ГК «ИСТ» планируют приступить к его разработке в 2022 г.

На Северном и Южном участках за счет госбюджетных средств по подпрограмме «Развитие промышленности редких и редкоземельных металлов» проводятся разведочные работы оценочной стадии силами ОАО «Якутгеология», в результате которых к концу 2016 г. должны быть разработаны ТЭО кондиций и на его основе подсчитаны запасы [2]. Кроме того, в пределах массива имеются перспективы на выявление высококачественных железных руд.

Уникальным оловорудным потенциалом в Арктической зоне обладает Депутатский район, который включает шесть основных месторождений олова: три коренных — *Депутатское, Дьяхтардахское, Чурпунья* и три россыпных — *Тирехтях, Чокурдак и Одинокое* (табл. 5). В распределенном фонде — месторождения Тирехтях,

Депутатское, Чурпунья, остальные находятся в нераспределенном. По запасам и содержанию олова в рудах указанные объекты соответствуют мировому уровню, который обеспечивает рентабельную разработку месторождений. Однако в Российской Федерации спрос на олово очень низок, из-за чего закрыто единственное в стране перерабатывающее предприятие — Новосибирский оловянный комбинат, и более 10 лет назад остановлена разработка одного из лучших — Депутатского месторождения.

Однако внутренние незначительные потребности олова в настоящее время и на ближайшую перспективу способны обеспечить лишь небольшой объем его производства в Депутатском районе, который вряд ли будет рентабельным в условиях Крайнего севера. Экономически эффективное масштабное освоение уникального оловорудного потенциала района может обеспечить экспорт концентрата с использованием Севморпути в промышленно-развитые страны Тихоокеанского и Атлантического регионов, где потребность и, соответственно, цены на олово достаточно высоки. Не случайно Китайские компании намерены войти в состав ведущих акционеров ОАО «Янолово».

Таблица 4
Ресурсный потенциал месторождения Томтор
Участок Буранный

Полезный компонент	Содержание в рудах, %	Запасы, тыс. т		Прогнозные ресурсы P_1 , тыс. т
		Балансовые $B+C_1$	Забалансовые	
Nb_2O_5	6,71	79,031	7,37	1209,9
Y_2O_3	0,595	7,01	0,917	156,8
Sc_2O_3	0,048	0,563	0,092	14,4
TR_2O_3	9,53	112,31	18,83	3047,8

Северный и Южный участки

Полезный компонент	Содержание в рудах, %	Прогнозные ресурсы P_1 , тыс. т
Nb_2O_5	1,72	1146,1
Y_2O_3	0,333	214,6
$TR_2O_3(Ce)$	5,08	3554,3
$TR_2O_3(Y)$	0,39	248,9
Sc_2O_3	0,054	37,8

Таблица 5
Балансовые запасы месторождений олова Депутатского района

Месторождения	Содержания полезных компонентов	Запасы, т	
		$A+B+C_1$	C_2
Тирехтяхское	Sn 814 г/м ³ WO_3 8,7 г/м ³	68 942	5 326
Депутатское	Sn 1,15 %	198 298	57 518 In 820
Дьяхтардахское	Sn 1,84 %	13 918	—
Чурпунья	Sn 2,52 % WO_3 0,04 %	6 849 —	13 667 515
Чокурдакское	Sn 493,0 г/м ³	18 186	16
Одинокое	Sn 828,7 г/м ³ WO_3 45,4 г/м ³	50 861 2 787	990 57

Значительным рудным потенциалом обладает **Чукотский регион**, освоение которого в перспективе придаст мощный импульс его экономическому развитию. В его пределах размещается целый ряд крупных месторождений — *медно-порфировое Песчанка* с молибденитом, золотом и серебром, *золоторудные Майское и Купол*, *оловорудные и вольфрамовые Иультинской и Пыркаайской группы*, а также перспективные рудопроявления урана (рис. 4, табл. 6). Кроме того, в Чукотском регионе разведаны и частично отрабатываются месторождения каменных углей в Анадырском районе — *Альхатваамское* и др., которые могут обеспечить местные энергетические потребности и поставляться на экспорт. Здесь также имеются значительные перспективы выявления промышленных месторождений урана [12] (Г.А. Машковцев и др.). В настоящее время разведывается месторождение Песчанка, освоение его планируется на 2025 г. Золоторудное месторождение Майское и золото-серебряное Купол активно разрабатываются. Разработка остальных объектов может начаться при четком определении внутренних и экспортных потребностей в олове, вольфраме и других ТПИ, чему может способствовать эксплуатация Севморпути.

Золото-серебряное месторождение Купол, выявленное в 1995 г. в результате геохимических работ, приурочено к мезозойской вулcano-тектонической депрессии, осложненной наложенными тектоническими дислокациями, в т.ч. субвертикальными рудоконтролирующими разрывными нарушениями. Объект представлен крутопадающей прожилково-жильной зоной, протяженностью около 4 км при ширине 50 м. На месторождении выявлено 11 рудных тел длиной от 100 до 2000 м, мощностью 0,2–7,0 м, прослеженных до глубины более 700 м. Минеральный состав руд: самородное золото, сульфосоли серебра, фрейбергит, пирит, марказит, халькопирит, сфалерит, жильные минералы — кварц, адуляр, хлорит, гидрослюда (табл. 6).



Рис. 4. Основные месторождения Чукотского региона. Усл. обозначения промышленных и инфраструктурных объектов см. на рис. 1

Таблица 6
Ресурсный потенциал Чукотского региона

Месторождения	Содержания полезных компонентов	Запасы	
		A+B+C ₁	C ₂
Медно-порфировое Песчанка	Cu – 0,83 % Mo – 0,0224 % Au – 0,52 г/т Ag – 4,49 г/т	2 606 тыс. т 71 879 т 178,6 т 1 450,8 т	1 124 т 26 091 т 55,2 т 551,4 т
Золото-серебряные Майское, Купол	Au – 11,5 г/т Ag – 18,843 г/т Ag – 248,09 г/т	135 т 40,79 т 576,8 т	36,6 т — 460,4 т
Оловорудные и вольфрамовые Иультинской группы	Иультинское Sn 0,66 % WO ₃ 1,072 % Светлое Sn 0,04 % WO ₃ 0,638 %	3 983 т 6 454 т 1 048 т 18 556 т	584 т 672 т 552 т 9 609 т
Оловорудные и вольфрамовые Пыркаайских штоков	Sn 0,20-0,32 % WO ₃ 0,013-0,020 %	231 122 т 432 т	6 812 т 15 569 т
Урановые рудопроявления		Прогнозные ресурсы P ₁ +P ₂ — 48 тыс. т	

Золотосодержащее меднопорфировое месторождение Песчанка открыто в 1972 г., разведывалось 1973–1974 и 2012 гг. Оно парагенетически связано с мезозойскими плутонитами и непосредственно контролируется меридионально ориентированной системой продуктивных монзонит-сиенитовых даек. На месторождении выделено 3 рудных участка: Главный рудный штоков (ГРШ), Центральный и Северный участки, на каждом из которых установлено несколько залежей седловидной и линзовидной формы. На ГРШ длина рудных тел составляет 2250–2300 м, ширина 20–480 м, на Центральном и Северном участках первичные руды представляют собой линейные штоков протяженностью 500–1300 м, шириной 200–560 м. Минеральный состав первичных руд — пирит, халькопирит, молибденит, сфалерит, пирротин; среди нерудных — плагиоклаз, кварц, биотит, карбонаты, в приповерхностной части месторождения развита зона окисления мощностью до 30 м и более, представленная гидроксидами железа, марганца, гидрокарбонатами и гидросиликатами меди (малахитом, азуритом, хризоколой), а также купритом.

Важнейшим ресурсом сырьевой базы ТПИ АЗР, не входящим в рудную проблематику статьи, являются колоссальные *запасы угля* Печорского бассейна, Таймыра и Чукотки, освоение которых является реальной задачей завтрашнего дня как для внутренних, так и для экспортных потребностей страны в связи с активизацией Севморпути. Безусловно целесообразным является кардинальное усиление угледобычи в Печорском бассейне, готовятся к разработке Таймырские объекты — «Сибантрацит» активизирует завершение разведки Лемберовского и Максимовского месторождений с подтвержденными запасами 300 млн. т и ожидаемыми около 15 млрд. т. Однако наибольший экономический интерес представляют угольные месторождения Чукотки, которые могут разрабатываться не только для экспорта, но и для удовлетворения возрастающих регио-

нальных энергетических потребностей, связанных с освоением крупных рудных месторождений.

Кроме основных рудных регионов необходимо отметить Приморский район в Архангельской области, где в постсоветский период началась добыча алмазов на трех трубках (Архангельская, им. В. Гриба, им. Карпинского-1), которая на сегодняшний день составляет 10 % от российской. Всего здесь разведано 7 месторождений (трубок), в которых заключено ~27 % запасов алмазов РФ (без учета импактных алмазов). Также следует отметить, что АЗР является единственным источником добычи мамонтовой кости [15].

Освоение минерально-сырьевого потенциала ТПИ Арктической зоны не исчерпывается реализуемыми и планируемыми проектами разработки приведенных выше объектов. Важное значение должно иметь развитие **геологоразведочных работ** на территории АЗР по геологическому изучению и опосредованному поиску перспективных районов, направленных на расширение МСБ ТПИ.

К 2016 г. около 35–40 % территории Арктической зоны покрыто **геологическими съемками** м-ба 1:200 000. Эти работы должны быть продолжены на ранее не изученных площадях, что и учтено в планировании дальнейших исследований. Совокупный анализ полученных результатов должен лечь в основу выделения перспективных структур и обоснования их последовательного опосредованного поиска.

Однако уже в последние годы широко развернуты **поисковые работы** на дефицитные виды ТПИ, в т.ч. в Карело-Кольском регионе и Архангельской области — на железо, платиноиды и алмазы, в Полярно-Уральском — на хромиты и марганец, в Эбелях-Томторском районе — на алмазы и редкие металлы, на п-ове Таймыр — на золото, на севере Якутии — на золото и редкие земли, в Чукотском районе — значительный объем поисков на золото, серебро, медь и уран. В последующем, кроме расширения поисковых работ в пределах осваиваемых и новых районов, будут поставлены исследования по геолого-минералогическому картированию, целевым назначением которых будет обоснование участков недр для проведения детальных поисковых и оценочных работ. Основные объекты ГРП 2015–2016 гг. показаны на рис. 2, 3, 4.

Кроме проведения собственно геологоразведочных работ на территории АЗР необходимо осуществлять геолого-экономические исследования по переоценке объектов нераспределенного фонда, учитывающие состояние внутреннего и внешнего рынков минерального сырья и концентратов, возможности комплексного освоения районов, формирующейся транспортной и энергетической инфраструктуры и, особенно, активизации деятельности Севморпути.

Выводы

В Арктической зоне России сосредоточены основные запасы ряда важнейших полезных ископаемых, в т.ч. стратегических, которые наряду с углеводородами являются определяющими для развития экономики страны (табл. 1, рис. 1). Проведенный анализ имеющихся на сегодня данных по минерально-сырьевой базе АЗР позволяет выделить комплекс твердых полез-

ных ископаемых, определяющих ведущую значимость Арктического региона в развитии экономики страны.

1. В добыче **Ni, Co, Cu, Pd, Pt** роль Арктики исключительно важна. Это — прежде всего, Норильский рудный район и Кольский п-ов. Перспективы выявления новых месторождений комплексных руд не исчерпаны, хотя обнаружение богатых руд для открытой отработки маловероятно.

2. Запасы редких металлов, в том числе стратегических (Nb, Ta, Zr, Sc, Li, Be, TR_{Yr.}), а также — Sr, Ga, Rb сосредоточены в основном в Северо-Западном регионе России. Здесь многие десятилетия флагманом редкометалльной промышленности страны является **Ловозерский ГОК**, разрабатывающий одноименное месторождение — в настоящее время единственный в России производитель **Ta, Nb, TR**. Дальнейшее доизучение и геолого-экономическая переоценка всех участков этого месторождения (в первую очередь, Аллуайвского) может продлить существование этого ГОКа еще на многие десятилетия, даже при существенном увеличении в 3–4 раза его мощности [3].

Организация извлечения редких земель из апатитовых концентратов **Хибинских** месторождений при их переработке позволит не только покрыть все потребности России, но и выйти на мировой рынок в качестве крупного игрока [3, 9, 11]. Небольшими на сегодня запасами, но огромными ресурсами (Nb, TR, Sc) обладает Северная Якутия, и прежде всего, Томторское рудное поле, в меньшей мере, — золото-куларитовые россыпи и техногенные образования Куларского района (TR).

3. Единственным производителем **циркония** в РФ (>99 % добычи) и единственным в мире производителем бадделеитового концентрата является **Ковдорский ГОК** в Мурманской области. Реальными источниками **Li, Cs и Be** являются редкометалльные пегматиты месторождений Хибин (Полмотундровское, Вороньтундровское, Колмозерское). Запасы этих месторождений утверждены ГКЗ более 40–50 лет тому назад и нуждаются в геолого-экономической переоценке [3, 13].

4. Запасы, ресурсы и добыча **алмазов** коренных и россыпных месторождений, более чем на 80 % сосредоточены в Арктической зоне РФ и прилегающих районах Якутии и Архангельской области. Перспективы этих районов далеко не исчерпаны (в первую очередь, россыпи Эбеляхского рудного района, а также уникального по качеству и количеству технических алмазов Папайгайского рудного поля) [7, 12, 14].

5. Среди черных металлов в Арктической зоне заметную роль играют **хромовые руды**, основные запасы и прогнозные ресурсы которых локализованы в Карело-Кольском и Полярно-Уральском МСЦ. При этом добыча хрома ведется только на одном из семи месторождений хромитов — Центральном (Полярно-Уральский район) [13].

6. Среди цветных металлов существенную роль в распределении и добычи играют **бокситы, олово и сурьма**. Балансовые запасы бокситов в Арктической зоне составляют около 50 % от запасов РФ, а добыча (только на двух месторождениях из шести) — около 60 %. Запасы олова составляют 53 %, добыча не производится. Запасы сурьмы ~50 %, а добыча ~85 %.

7. Происходит постоянное наращивание добычи **золота** (~30 % запасов и добычи). Это — объекты как коренного (включая комплексные руды), так и россыпного золота Чукотского АО, Республики Саха (Якутия) и др. Новым, потенциально крупным золотодобывающим районом, является Таймыр. Далеко не исчерпан потенциал россыпного золота Арктических шельфовых областей и островов Северного Ледовитого океана [1, 4, 17].

8. Значительную роль в Арктической зоне играют запасы **титана**. Огромные запасы и ресурсы ильменит-титаномагнетитовых руд Юго-Восточной Гренландии пригодны для открытой отработки карьерами мощностью 10 млн. т/год и более. Однако высокотитанистые титаномагнетиты непригодны для доменной плавки. Необходимо создание электрометаллургических производств для переработки этих концентратов. Освоение подобных месторождений (Ti-Fe) позволяет получать также высококачественный ильменитовый концентрат сульфатного сорта — лучшее сырье для производства пигментного диоксида титана.

9. Из неметаллов первоочередной интерес представляют уникальные Хибинские нефелин-апатитовые месторождения — основной производитель сырья для производства фосфорных удобрений. Характерен комплексный состав руд этих месторождений с огромными запасами редких земель (в т.ч. 10 % иттриевой группы) Sr в апатите, Ti в титаномагнетите и сфене, Nb в сфене, Rb, Cs в нефелине.

10. Уголь добывается только в Печорском бассейне (Республика Коми и Ненецкий автономный округ), где сосредоточено 7,65 % запасов угля РФ. Слабо изучены Таймырский, Яно-Омолыйский и другие бассейны АЗР с огромными прогнозными ресурсами.

Недостаточная в целом геолого-поисковая изученность Арктики, имеющиеся геологические предпосылки и массив «авторских» запасов и прогнозных ресурсов позволяют рассчитывать на открытия новых месторождений и существенный прирост балансовых запасов ТПИ Российской Арктики.

Таким образом, известная специфика Арктической зоны и, несомненно, ее геополитическая значимость определяют главный приоритет экономического развития в сохранении преимущественной ресурсной ориентации и расширении минерально-сырьевой базы РФ за счет включения новых объектов ТПИ арктической континентальной окраины с последующим их промышленным освоением.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бортников Н.С., Лобанов К.В., Волков А.В. и др. Арктические ресурсы золота в глобальной перспективе // Арктика: экология и экономика. — 2014. — № 4 (16). — С. 28–37.
2. Быховский Л.З., Котельников Е.И., Лихниченко Е.Г. и др. Задачи дальнейшего изучения Томторского рудного поля с целью повышения его инвестиционной привлекательности // Разведка и охрана недр. — 2014. — № 9. — С. 20–25.
3. Быховский Л.З., Пикалова В.С. Минерально-сырьевая база редких металлов Северо-Запада России — основа создания центра редкометаллической промышленности страны // Разведка и охрана недр. — 2015. — № 1. — С. 3–7.
4. Быховский Л.З., Спорыхина Л.В. Значение россыпных месторождений России в сырьевой базе и добыче полезных ископаемых // Минеральные ресурсы России. — 2013. — № 6. — С. 6–17.

5. Горнодобывающая промышленность Баренцева Евро-Арктического региона: взгляд в будущее: Сб. докладов 11-й Междунар. конф. горнопромышленного комплекса, 2012. — Мурманск: Северная ТПП, 2013. — 163 с.

6. Государственный доклад о состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2013 г. Гл. ред. Д.Г. Храмов. — М., 2014. — 383 с.

7. Граханов С.А., Шаталов В.И., Штыров В.А. и др. Россыпи алмазов России. — Новосибирск: «ГЕО», 2007. — 457 с.

8. Додин Д.А. Минералогия Арктики. — СПб.: Наука, 2008. — 292 с.

9. Кременецкий А.А., Калиш Е.А. Комплексные редкометалльные месторождения России и основные направления повышения их инвестиционной привлекательности // Разведка и охрана недр. — 2014. — № 9. — С. 3–11.

10. Машковцев Г.А. Крупные месторождения стратегических металлов Арктического региона России / Месторождения стратегических металлов: закономерности размещения, источники вещества, условия и механизмы образования: Матер. докл. Всерос. конф., посвященная 85-летию ИГЕМ РАН. — М.: ИГЕМ РАН, 2015. — С. 17–18.

11. Машковцев Г.А., Быховский Л.З., Рогожин А.А. и др. Перспективы освоения комплексных ниобий-тантал-редкоземельных месторождений России // Разведка и охрана недр. — 2011. — № 6. — С. 9–13.

12. Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. Спец. выпуск. Дальневосточный федеральный округ. — 2013. — № 5. — 188 с.

13. Перспективы создания новых горнорудных районов в европейской части России и на Урале // Тр. науч.-практ. конф. — М.: ВИМС, 2012. — 203 с.

14. Создание новых горнорудных районов в Сибири и на Дальнем Востоке: проблемы и пути решения // Тр. науч.-практ. конф. — М.: ВИМС, 2011. — 282 с.

15. Твердые полезные ископаемые архипелагов и островов арктической континентальной окраины Евразии / Гл. ред. В.Д. Каминский, отв. ред. В.И. Ушаков, В.Д. Крюков. — СПб.: ВНИИОкеангеология, 2010. — 336 с.

16. Толстов А.В., Похиленко Н.П., Лапин А.В. Инвестиционная привлекательность Томторского месторождения и перспективы ее повышения // Разведка и охрана недр. — 2014. — № 9. — С. 25–30.

17. Флеров И.Б. Золото недр России: мифы, реалии, проблемы // Колымские вести. — 2003. — № 22. — С. 24–38.

© Коллектив авторов, 2016

Машковцев Григорий Анатольевич // vims@df.ru
Быховский Лев Залманович // pikalova@vims-geo.ru
Коротков Владимир Викторович // vvk46@list.ru
Орлова Наталья Ивановна

УДК 550.8+553.3

**Кринов Д.И.¹, Салтыков А.С.², Кольцов В.Ю.¹,
Кузнецов И.В.¹, Дымков Ю.М.¹, Хорозова О.Д.¹
(1 — АО «ВНИИХТ», 2 — ФГБУ «ВИМС»)**

НОВЫЕ ДАННЫЕ О МАСШТАБАХ ОРУДЕНЕНИЯ, ГЕНЕТИЧЕСКИХ И МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЯХ УРАНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ БЕРЕЗОВОЕ И ГОРНОЕ (ЦЕНТРАЛЬНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)

Урановые месторождения Березовое и Горное (Центральное Забайкалье) интенсивно изучались в 1970–1980-х годах. Ряд важных деталей минералогии и геологической зональности руд месторождений во многом остались недостаточно изученными, из-за чего был занижен масштаб оруденения. В ходе исследований, проведенных на современном уровне в 2009–2013 гг., получены новые данные по минералогии, строению рудных тел и генезису урановой минерализации. Установлены причины недоизвлечения полезных компонентов и предложен способ усовершенствования планируемой добычи. Материалом для исследования стал каменный материал из керна новых