

## АРКТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ СТРАТЕГИЧЕСКИХ МЕТАЛЛОВ В ГЛОБАЛЬНОЙ ПЕРСПЕКТИВЕ

*Бортников Н.С., Лобанов К.В., Волков А.В., Галямов А.Л., Лаломов А.В., Мурашов К.Ю., Викентьев И.В., Тарасов Н.Н., Дистлер В.В., Аристов В.В., Чижова И.А.*

*Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук (ИГЕМ РАН), Москва, Россия*

[tma2105@mail.ru](mailto:tma2105@mail.ru)

В экономике арктических стран минерально-сырьевой сектор занимает одно из центральных мест, что обуславливает высокую значимость состояния минерально-сырьевой базы (МСБ) и динамики ее развития. В глобальной перспективе наметилась устойчивая тенденция развития ресурсов стратегических металлов в Циркум-Арктической зоне. Российская Арктика – крупнейший поставщик этих металлов на внутренний и внешний рынок. Для разработки направлений ГРП и НИР большой интерес представляет сравнительный анализ тенденций развития МСБ стратегических металлов арктической зоне России и других стран. В настоящей статье проанализирован и обобщен представительный материал, позволяющий оценить арктические ресурсы стратегических металлов в глобальной перспективе.

### ВВЕДЕНИЕ

Арктическая зона – регион исключительного значения для экономики, национальной безопасности и внешнеэкономических связей Российской Федерации. Очевидно, что минерально-сырьевой потенциал РФ в целом достаточен для проведения независимой и эффективной экономической политики в Арктике. Здесь находится развитая инфраструктура морских коммуникаций. Эффективное включение минеральных ресурсов этой зоны в процессы развития России требуют поворота к идеологии и практике устойчивого развития в сочетании с современными политическими, федеративными, социально-экономическими и организационными подходами.

Россия занимает одно из ведущих мест в мире среди арктических стран – производителей минерального сырья (рис. 1).

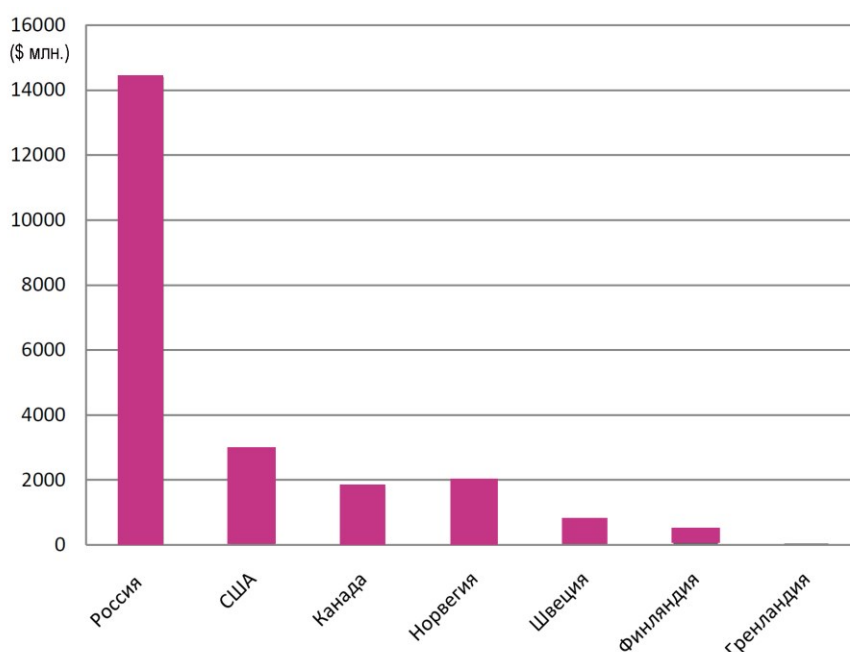


Рис. 1. Суммарная стоимость цветных и благородных металлов добытых в циркум-арктической зоне в 2012 г.



территории Таймырского (Долгано-Ненецкого), Ненецкого, Ямало-Ненецкого и Чукотского автономных округов, а также земли и острова, и прилегающие к этим территориям, землям и островам внутренние морские воды, территориальное море и континентальный шельф.

Арктическая зона РФ обладает значительными запасами твердых полезных ископаемых россыпного происхождения в структуре которых преобладают золото, олово, платина, алмазы, редкометалльные и титановые россыпи (рис. 3, табл. 1).

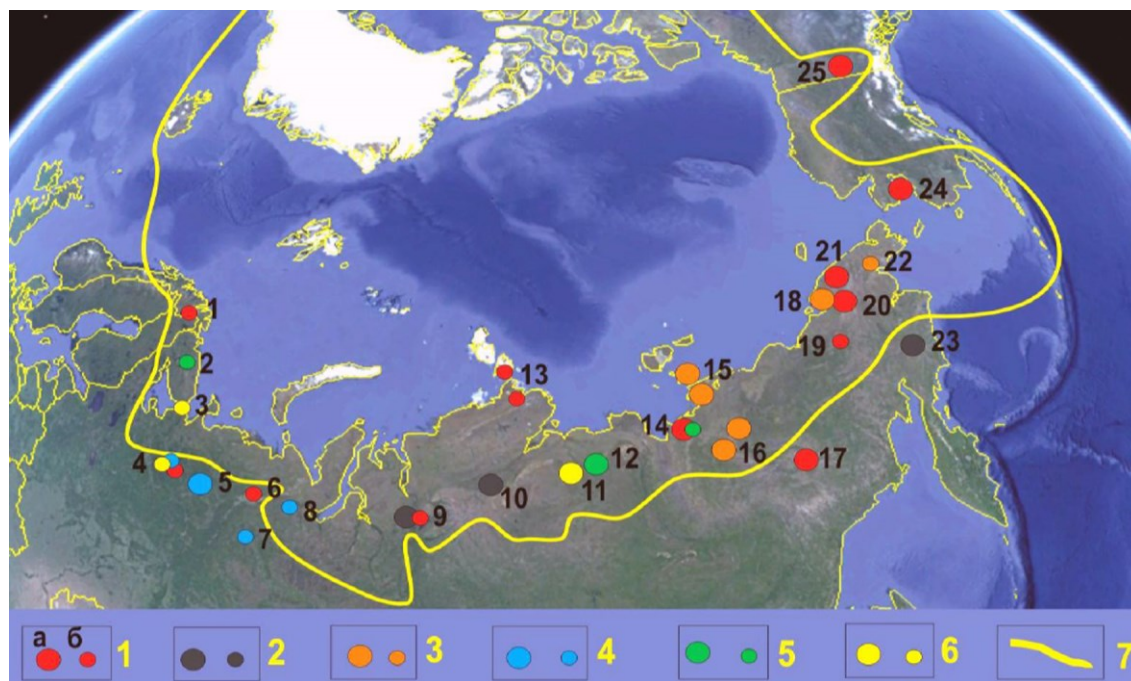


Рис. 3. Россыпные месторождения Арктической зоны: а – крупные и суперкрупные, б – средние и мелкие; 1 – золотые, 2 – платиновые, 3 – оловянные, 4 – цирконий-титановые, 5 – редкометалльные и редкоземельные, 6 – алмазные, 7 – граница Арктического региона.

Районы и месторождения: 1 – Скандинавский, 2 – Лавозерский, 3 – Беломорский, 4 – Ичеть-Ю, 5 – Ярегский, 6 – Кожымский, 7 – Мансийский, 8 – Салехардский, 9 – Норильский, 10 – Маймеча-Котуйский, 11 – Эбеляхский, 12 – Томторский, 13 – Североземельский, 14 – Куларский, 15 – Ляховско-Чокурдахский, 16 – Депутатский, 17 – Яно-Индибирская провинция, 18 – Куйвиеем-Пыркаайский, Валькумей, 19 – Билибинский, 20 – Ичувеемский, 21 – Рывеемский, 22 – Иультинский, 23 – Карякский, 24 – Ном, 25 – Юкон.

Таблица 1. Основные россыпные месторождения  
Арктической зоны России

Месторождение /район	Полезный компонент	Тип россыпей	Добыто (т)	Прог ресурсы
Рывеемский (Чукотка)	Au	Гетерогенный прибрежно-морской	250	1
Ичувеемский	Au	Аллювиальный	700	1
Кулар (Якутия)	Au	Аллювиальный, техногенный	155	1
«	TR	Аллювиальный, техногенный	-	40
Сев.Земля – Челюскин	Au	Аллювиальный, прибрежно-морской	-	
Норильск	Pt	Техногенный	-	4
«	Au	Техногенный	-	
Маймеча-Котуйский	Pt	Аллювиальный	-	
Томторский	TR	Переотложенные коры выветривания	-	3 00 (N)
Ляховско- Чокурдахский	Sn	Гетерогенный прибрежно-морской	-	114
Депутатский	Sn	Аллювиальный	>100 000	120
Центрально- Чукотский	Sn	Аллювиальный, гетерогенный прибрежно-морской	>100 000	50
Эбеляхский	алмазы	Аллювиальный	?	20 мл
Салехардский	Ti-Zr	Прибрежно-морской	-	1 00
Лавозерский	TR	Проллювиально-озерный	-	40

Ведущим геолого-промышленным типом россыпей являются прибрежно-морские и аллювиальные россыпи приморских равнин и подножий примыкающих возвышенностей, с продуктивными пластами различного генезиса и большого возрастного диапазона (эоцен – плейстоцен). Несмотря на длительную отработку россыпные месторождения по разным видам сырья составляют от 10 до 50% балансовых запасов. Среди прогнозных ресурсов преобладают нетрадиционные виды россыпей – шельфовые и техногенные с мелкими размерами зерен полезных компонентов.

По сравнению с коренными объектами россыпные месторождения требуют меньшего вложения капитальных средств при более высокой рентабельности и более коротких сроках окупаемости. Наиболее перспективными и первоочередными представляются россыпи шельфовых зон: хотя они не являются ведущими в балансе запасов, в случае автономной дражной отработки они могут рассматриваться как участки одного суперкрупного месторождения. Также высокой рентабельностью вследствие развитой инфраструктуры месторождений обладают техногенные россыпи при использовании новых технологий извлечения, ориентированных на мелкие размеры рудных минералов.

По совокупности уже разведанных и отрабатываемых россыпных месторождений, а также по потенциальным прогнозным ресурсам, арктический регион является крупной полигенной мегапровинцией, обладающей существенным россыпным потенциалом.



## ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ АРКТИКИ

Арктическая МСБ цветных и благородных металлов, рассматриваемая в данной статье, представлена месторождениями 12 видов полезных ископаемых (табл. 2), запасы и ресурсы которых учтены государственным балансом РФ или оценены в соответствии с международными стандартами (российские ресурсы представлены категорией P<sub>1</sub>).

**Таблица 2. Доля Арктики в мировых запасах и добыче  
по основным видам твердых полезных ископаемых**

Полезные ископаемые	Доля в мировых запасах (%)	Доля в глобальной добыче (%)
Никель	10.15	14.25
Кобальт	3.3	11
Медь	0.48	0.6
Цинк	3.8	4.64
Свинец	2.69	2.37
Вольфрам	0.44	4.03
Титан	10.52	4.84
Циркон	1.05	1.76
Золото	3.25	2.87
Серебро	3.72	4.19
Платина	18.93 <sup>1</sup>	15.33
Палладий		41.24

Источник: Mineral commodity summary, 2013

В Арктической зоне известно 107 месторождений, находящихся на различных стадиях освоения, в том числе российских – 42, США (Аляска) – 19, канадских – 22, гренландских – 6, норвежских – 6, шведских – 9, финских – 3 (табл. 3).

**Таблица 3. Распределение месторождений по металлам и по странам**

Металлы	Арктические страны						
	Россия	США	Канада	Гренландия	Норвегия	Швеция	Финляндия
Никель	3						1
Медь	3	5	2			3	
Цинк	1	4	6	3	2	2	
Свинец	1						
Олово	11						
Вольфрам	4		2				
Молибден				1	1		
Титан	2				2		
Циркон	1						
Золото	14	10	12	1	1	4	1
МПГ	2			1			1
Всего	42	19	22	6	6	9	3

На 24 Арктических месторождениях действуют рудники, 41 месторождение относится к потенциально промышленным объектам, часть из этой группы подготавливается к освоению, а на других завершается детальная разведка, еще 42 объекта имеют только ресурсный потенциал, для перевода которого в запасы необходима постановка детальных ГРП. В Арктике насчитывается (по наиболее значимому металлу): 43 Au, 16 Zn, 11 Sn, 8 Cu, 6 Ni, 5 W, 4 PGE, 2 Mo, 4 Ti, 1 Zr, и 1 Pb месторождение (табл. 3).

Многие из арктических месторождений – комплексные, содержат значительное количество сопутствующих, потенциально извлекаемых металлов.

**Никель.** Добычу никеля в Арктике ведет главным образом Россия и в небольшом количестве – Финляндия. Производство никеля составляет до 14,25% производства в мире (табл. 2). Доля российского никеля составляет в арктических запасах и добыче – 97% (табл. 4). В тоже время доля арктического никеля в запасах и добыче РФ составляет 70,5% и 83,3%, соответственно (табл. 4).

**Таблица 4. Доля российских запасов и добычи в Арктике и в РФ в целом**

Полезные ископаемые	Доля (%) в Арктике		Доля в РФ (%)	
	запасах	добыче	запасах	добыче
Никель	97	97	70.5	83.33
Медь	48.4	81.86	4.05	54.37
Кобальт	99	99	75	85
Цинк	13.15		3.25	
Свинец	17.97		4.28	
Олово	100		50.23	
Вольфрам	43.1		5.11	
Молибден	2.36		4.7	
Титан	30.9		8.75	
Циркон	99	100	5.17	98
Золото	23.3	34.2	11.72	9.75
Серебро	52.77	29.16	11.16	13
Платина+Палладий	99.55	98.84	94.60	95.37

*Российскую МСБ никеля* в значительной степени формируют пять крупных месторождений сульфидного медно-никелевого промышленного типа, расположенных в Норильском горнорудном районе, на севере Красноярского края (рис. 2). В их числе – не имеющие себе равных в мире по величине уникальные месторождения Октябрьское и Талнахское, в недрах которых заключено 37% и 25% запасов страны при среднем содержании никеля в рудах 0,69–0,81% (в богатых сплошных рудах – 3,21%). На флангах Октябрьского месторождения оценены прогнозные ресурсы никеля категории  $P_1$  – 0,5 млн т (40% российских). Запасы никеля в границах Имандра-Варзугской металлогенической зоны (Мурманская область) учитываются по 14 объектам. Крупнейшее из них – Ждановское месторождение (8,1% запасов страны, содержание никеля в рудах 0,24–0,66%), а наиболее богатым – месторождение Восток (7,33% никеля в богатых сплошных рудах). В общей сложности запасы Имандра-Варзугской зоны составляют 13,9% российских. Здесь же локализовано 170 тыс. т прогнозных ресурсов никеля категории  $P_1$  [2]. «ГМК "Норильский никель"» эксплуатирует три месторождения на севере Красноярского края (Заполярный филиал) и четыре месторождения в Печенгском рудном районе (ОАО «Кольская ГМК»). В 2012 г. ГМК обеспечил почти 93% добычи никеля в стране (322 тыс. т), немного увеличив свою долю относительно предыдущего года. В 2012 г. «Норильским никелем» выпущено 4,67 млн т концентратов, содержащих 213,6 тыс. т никеля [2].

*Финская МСБ никеля* активно развивается [3]. В последние годы в районе Кевиста в Лапландии открыты нескольких перспективных *Ni-Cu-PGE-сульфидных* месторождений (Кевиста, Сакатти и Соданквила). В настоящее время детально разведано и эксплуатируется только *месторождение Кевиста*: 204 млн. т руды со средними содержаниями 0,3% Ni, 0,4% Cu, 0,21г/т Pt, 0,15 г/т Pd, 0,11 г/тAu [3]. Два других месторождения находятся на стадии детальной разведки. Месторождение Сакатти по ресурсному потенциалу сопоставимо с Кевистой, но средние содержания металлов значительно выше. В двух скважинах подсечены зоны – видимой мощностью

2,7 м и 14,6 м с содержанием никеля 1,73–2,07%, меди – 0,77–1,2%. Подобные месторождения можно ожидать и в соседних арктических регионах России.

С Гренландией связаны определенные перспективы развития МСБ никеля в Арктике. В 2012 г. компания North American Nickel (NAN) объявила об обнаружении нового месторождения *Ni-Cu-Co-PGM* (Maniitsoq) в Гренландии. Ранее на участке были обнаружены две относительно богатых зоны никель-сульфидной минерализации. Район месторождения по своей структуре очень похож на известный бассейн Садбери в канадском штате Онтарио.

**Кобальт.** Российское производство кобальта в Арктике (ОАО "ГМК Норильский никель") – 5,8 % мирового производства; активные запасы – 3,3% мировых запасов. Кобальт извлекается попутно при основном производстве меди и никеля. Обеспеченность добычи запасами более 50 лет. Доля российского никеля составляет в арктических запасах и добыче – 99% (табл. 4). В тоже время доля арктического кобальта в запасах и добыче РФ составляет 75% и 85%, соответственно (табл. 4).

**Титан.** Арктика (Норвегия) производит около 5% мирового титана, а доля в мировых запасах – 10,52% (табл. 2). Доля российских титановых руд составляет от общих арктических запасов – 42% (табл. 4). В тоже время доля арктических руд в запасах титана РФ – около 9% (табл. 4).

Норвегия по запасам титановых руд занимает ведущее место в мире [4]. Основной промышленный интерес представляет анортозитовая провинция Эйгерсунн, где известно крупнейшие в Европе месторождение Тельнес с общими запасами ильменита 300 млн т и активными запасами 64 млн.т. В 2012 г здесь добыто 350 тыс т ильменитового концентрата [4]. Второе по величине месторождение ильменит-апатит-магнетитовых руд – Кодали приурочено к дайке пироксенитов. Запасы месторождения оцениваются в 100 млн т, достоверные – 30 млн т руды. Содержание  $TiO_2$  в рудах колеблется в пределах 8–18 % (среднее – 11%). Норвежская Nordic Mining ASA планирует освоить уникальное рутиловое месторождение Энгебо (Engebofjellet)<sup>1</sup>. Месторождение представляет собой линзу рутилоносных эклогитов (протяженностью 2,5 км) в протерозойской габброидном массиве. Запасы месторождения были оценены в 382 млн т руды, содержащей в среднем 4%  $TiO_2$  или 15,1 млн т рутила. При мощности рудника 10 млн т/год возможно получать ежегодно 200 тыс.т рутилового концентрата, попутно извлекая гранатовый концентрат. Срок отработки месторождения 50 лет<sup>2</sup>.

В арктической зоне РФ (Мурманская область) в титаномагнетит-ильменитовом месторождении Юго-Восточная Гремяха заключено 9% российских запасов диоксида титана; руды месторождения содержат в среднем 8,6%  $TiO_2$  [2]. Ресурсный потенциал относительно невелик и заключен в месторождениях Гремяха-Вырмес с апатит-титаномагнетит-ильменитовой минерализацией и Юго-Восточная Гремяха с титаномагнетит-ильменитовыми рудами, в которых локализовано 13,6 млн т ресурсов  $TiO_2$  категории P<sub>1</sub> [2].

**Цинк.** Общий объем добычи цинка в Арктике составляет – 4.64% мирового производства, а доля арктических руд в мировых запасах – 3,8% (табл. 2). Добыча в Арктике уменьшилась почти в 2 раза по сравнению с 2002 г [5], что связано с ростом добычи цинка в других регионах мира. Доля российского цинка составляет в арктических запасах – 13% (табл. 4). В тоже время доля арктического цинка в запасах РФ невелика – 3,25% (табл. 4).

---

<sup>1</sup> Geological Survey of Norway (NGU). Engebofjellet rutile deposit: Geologic overview. <http://www.ngu.no>. 2004.

<sup>2</sup> Industrial Minerals Online. Nordic Mining outlines lithium and rutile plans. <http://www.indmin.com>. 19.09.2009.

Аляска по-прежнему извлекает почти весь арктический цинк [7]. Производство в Северной Канаде до 2002 г. (месторождение Полярис) составляло около 2% мирового производства, но цинковые рудники были закрыты в связи с истощением запасов. В Гренландии в 2008 г. было остановлено производство цинка и свинца на месторождении Блэк Ангел, также в связи с истощением запасов [8].

*Месторождение Ред Дог* с запасами 25 млн. т цинка – одно из крупнейших в мире. Руда содержала 19% цинка, 6% свинца и 100 г/т серебра, то есть по качеству превосходила руды всех известных месторождений в 2–3 раза [5]. Однако к 2012 г. основные запасы месторождения были отработаны. И карьер рудника был расширен на близлежащее месторождение Аккалук, которое продлило срок жизни предприятия до 2031 г. Запасы и ресурсы рудника составляют 51,8 млн.т.руды со средним содержанием цинка – 16,7%, свинца – 4,4% и серебра – 82 г/т [7].

*Месторождение Грин Крик* – на втором месте в Аляске после Ред Дог по стоимости производимой продукции [7]. Разведанные и подтвержденные запасы руды, содержащей 4 г/т золота, 520 г/т серебра, 4.6% свинца и 11.6% цинка, составляли к середине 2002 г. 7.6 млн. т [6]. Следует отметить, что после 10 лет эксплуатации запасы увеличились на 25% благодаря поисковым работам.

Важный потенциальный источник получения цинка в Арктике – многочисленные медно-колчеданные месторождения Аляски, севера Канады и Гренландии. Запасы полиметаллических месторождений в карбонатных породах Арктической зоны России пока невелики. Разведано всего одно среднее по масштабам месторождение Павловское (о. Новая Земля), которое содержит около 3% запасов цинка страны, а по качеству руд сравнимо с зарубежными аналогами. Выявление подобных объектов прогнозируется в основном в пределах Новоземельской зоны, где сосредоточено более четверти российских ресурсов категории  $P_1$  [2].

В *Норвегии* свинцово-цинковая минерализация приурочена к песчаникам докембрийского и нижнекембрийского возраста и прослеживается вдоль восточной границы каледонид почти на 2000 км [4]. Здесь известен ряд месторождений стратифицированных массивных сульфидных руд. Наиболее крупные месторождения – Блейквассли и Муфьеллет, рудные тела которых имеют мощность до 25 м [9].

В *зарубежной Арктике* на стадии разведки находятся многочисленные колчеданные и стратиформные полиметаллические месторождения [8]. Наиболее перспективным из них выглядит месторождение Лик, расположенное в инфраструктурной доступности (в 40 км) к руднику Ред Дог (Аляска) и крупное колчеданно-полиметаллическое месторождение Селвин (Юкон, Канада), а также группа месторождений в районе Белекено Северной Канады, где полиметаллы и серебро добываются пока в незначительных количествах. Крупнейший полиметаллический район, сопоставимый с хребтом Брукса на Аляски расположен на арктическом островном архипелаге провинции Нунавут (Канада). Здесь к 2002 г. была закончена отработка крупного *Zn-Pb-Ag- месторождения Полярис*, и в настоящее время проводятся поиски новых промышленных месторождений.

В *Гренландии* добыча свинца и цинка в ближайшей перспективе может быть возобновлена на месторождении *Блэк Ангел*, где получен значительный прирост запасов. Помимо «Black Angel» компания собирается разрабатывать еще 3 месторождения [10]. Компания «Ironbark Zink Ltd» в районе фьорда Ситронен на севере Гренландии выявила запасы руды, содержащей цинк и свинец (102 млн т при содержании цинка 4,7 % и свинца около 2%). Это позволило начать работы по анализу осуществимости проекта дальнейшей разведки и разработки месторождения.

**Свинец.** По сравнению с 2002 г. [5] доля арктического производства свинца (Аляска) в мире сократилась в 2 раза (2.37 %), как и цинка (табл. 2). Свинец в Арктике добывается попутно главным образом с цинком (рудник Ред Дог и Грин Крик, Аляска) и в меньшей степени с цинком и медью. Развитие арктической МСБ свинца во многом обусловлено



планами по добыче цинка и меди (см. выше). Доля российского свинца составляет в арктических запасах почти 18% (табл. 4). В тоже время его доля в запасах РФ невелика – 4,3% (табл. 4).

В арктической России наибольший интерес представляет Павловское свинцово-цинковое месторождение на Южном острове Новой Земли. Прогнозные ресурсы района месторождения более 10 млн. т свинца и цинка, сотни тонн серебра [2]. В промышленном плане интересно Саурейское свинцовое месторождение (ЗАО «Нефтересурсы») расположенное в Приуральском районе ЯНАО, в 160 км к северо-востоку от ж/д ветки Сейда–Лабытнанги Северной железной дороги. Запасы месторождения составляют более 320 тыс. т свинца, 21 тыс. т цинка, 300 т серебра, 550 тыс. т барита [2]. Руды содержат: Pb – 6,28 %, Zn – 0,31 %, Cu – 0,059 %, BaSO<sub>4</sub> – 14,28 %, S – 3,19 %, Sb – 0,013 %, Cd – 0,006 %. Месторождение может быть классифицировано как стратиформное телетермальное регенерированное. Район перспективен на обнаружения новых месторождений.

На полуострове Таймыр выявлено два полиметаллических месторождения и десятки неочцененных проявлений. Месторождение Партизанское представлено несколькими сближенными сфалерит-галенит-сидеритовыми жилами мощностью – 3–4 м, прослеженных по простиранию на 2–3 км [11]. Средняя мощность рудных тел в разведанных месторождениях 1,1–1,5 м, содержание цинка и свинца до 4%, серебра до 800 г/т. Близость к судоходной р. Нижняя Таймыра позволяют рассматривать этот район как перспективный в промышленном отношении.

**Медь.** Арктика производит около 0,6% от мировой добычи меди, в основном в России и в меньшей степени в Швеции и Северной Финляндии (рис. 1). Доля Арктики в мировых активных запасах всего 0,48% (табл. 2). Следует отметить, что с 2002 г. [5] доля арктической меди в мировой добыче сократилась почти в 10 раз. Доля российской меди в арктических запасах и добыче составляет 48% и 81,6%, соответственно (табл. 4). В тоже время доля арктической меди в запасах и добыче РФ составляет 4,5% и 54,4%, соответственно (табл. 4). За пределами РФ, в Циркум-Арктической зоне известно большое количество небольших по запасам медных месторождений колчеданно-полиметаллического (VMS) и скарнового типов, часть из которых в Норвегии, на Аляске и Северной Канаде планируется освоить [8, 9].

В России более 30% активных запасов меди сконцентрировано в сульфидных медно-никелевых месторождениях Норильского рудного района: Октябрьском (более 22% российских запасов меди) и Талнахском (11,6%). Среднее содержание меди в рудах составляет 1,1–1,65%, в «медистых» рудах оно увеличивается до 2,4–5%, а в сплошных (богатых) рудах достигает 5,8–8,4%. Месторождение Октябрьское не имеет аналогов в мире по качеству и объему медных руд. В пределах Норильско-Хараелахской металлогенической зоны имеются перспективы увеличения запасов, здесь локализовано 0,85 млн. т прогнозных ресурсов меди категории P<sub>1</sub> [2]. Существенно меньшие запасы и ресурсы руд этого же типа разведаны в Имандра-Варзугской и Лапландской металлогенических зонах (Мурманская область). Прогнозные ресурсы меди категории P<sub>1</sub> составляют в первой зоне – 0,7 млн т, во второй – 0,1 млн т [2].

Си-Au-Ag-порфировое месторождение Айтик, район Скелет, Шведская Лапландия занимает второе место по добыче меди в Арктике (70 тыс. т в 2013 г). Здесь действует самый большой в Европе карьер ГМК Болиден (36 млн. т в год). Руды содержат в среднем 0,3 % меди, 0,1 г/т золота и 2 г/т серебра [12]. Низкие содержания компенсируются высоким уровнем производительности труда и эффективной технологией извлечения. Аналог Айтика – месторождение Ловер, расположенное поблизости, находится на стадии разведки.

В Циркум-Арктической зоне громаден потенциал крупных Си-Мо-Au-Ag-порфировых месторождений. Здесь недавно открыты и разведаны два сходных крупных

месторождения: Пеббл (Аляска) и Песчанка (ЧАО, Россия) и выявлены значительные ресурсы меди в еще неоткрытых месторождениях.

Запасы меди *Си-Мо-Аи-Аг-порфирового месторождения Песчанка*, составляют 3,7 млн т, или 4% российских. Кроме того, в недрах Баимской зоны локализовано 5,95 млн т прогнозных ресурсов категории  $P_1$  – почти половина наиболее достоверных ресурсов меди страны [2].

Запасы меди *порфирового месторождения Пеббл* (36 млн. т), как и сопутствующих компонентов в 10 раз больше, чем Песчанки. Пеббл, в отличие от Песчанки, полностью разведан [7]. Рудник может быть введен в строй в ближайшее время.

В районе *Скелет (Швеция)* планируется реанимация добычи меди из колчеданно-полиметаллических месторождений компании *Болиден*, запасы которых в сумме больше 1 млн. т. В заполярном районе Кируна готовится к освоению среднее по запасам (более 0,53 млн. т меди) *месторождение Вискария* скарнового типа [12].

*Норвегия* в XX веке по запасам медных руд входила в первую десятку стран Европы, но большинство месторождений к 2000 г были отработаны [4]. В районе Квалслунг планируется начать разработку *месторождения медистых песчаников Нуссир* – нетрадиционного типа для Норвегии. Запасы месторождения – 450 тыс. т меди, при среднем содержании 1,16%. Руды содержат золото и МПГ. Запасы могут быть удвоены за счет переоценки соседнего *месторождения Ульверигген* (Ulveryggen) [4].

На *полуострове Таймыр* известны продуктивные горизонты медистых песчаников, протягивающиеся на десятки км [11]. На отдельных участках здесь установлены значительные скопления самородной меди (*Арылахское месторождение*). Медистые песчаники выявлены и на архипелаге Северная Земля.

**Молибден.** В Циркум-Арктической зоне разведаны несколько крупных собственно молибденовых месторождений. Кроме того, крупные запасы молибдена подсчитаны в качестве попутного сырья на месторождениях *Пиббл* (Аляска) и *Песчанка* (ЧАО, Россия). Доля российского Мо составляет в арктических запасах 2,36% (табл. 4), а в запасах РФ – 4,7% (табл. 4).

На *востоке Гренландии* польский гигант «KGHM» ведет освоение крупного *месторождения Malmbjerg*, ресурсы которого превышают 410 тыс. т, а среднее содержание молибдена – 0,15% [10].

В *Норвегии*, в районе Хурдал добыча молибдена планируется на крупном *месторождении Норди*, принадлежащем компании Intex Resources ASA. Ресурсы месторождения – 210 млн. т, при среднем содержании молибдена 0,13% [4], практически не уступают гренландскому аналогу.

В *Таймырской* складчатой области руды *Убойнинского месторождения* расположенного не далеко от поселка Диксон, как и упомянутые выше объекты, отличаются высоким содержанием молибдена (до 0,15%) [11].

**Олово.** В Российской арктической зоне сосредоточена крупнейшая МСБ олова в мире. Здесь известны два уникальных оловорудно-россыпных районов: Северо-Янский (РСЯ) и Пыркакайский (ЧАО). В 90-е годы добыча олова из рудных месторождений и россыпей в этих районах (рис. 3) превышала 10 тыс. т олова в год. В настоящее время добыча олова и вольфрама там прекращена по экономическим причинам. Доля российского олова составляет в арктических запасах 100%, а в запасах РФ – около 50% (табл. 4).

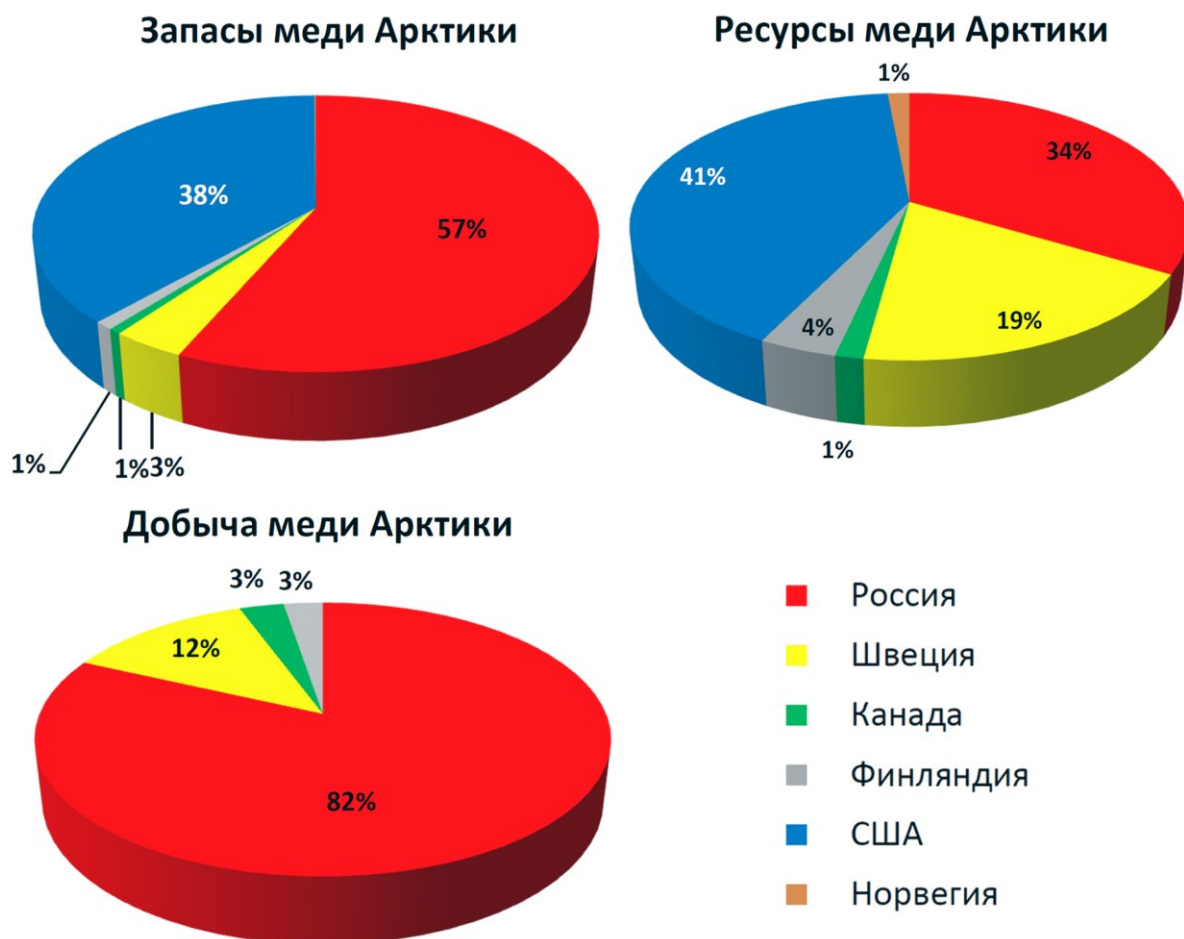


Рис. 4. Распределение запасов, ресурсов и добычи меди по арктическим странам

В Северо-Янском районе находится 50% российских запасов и ресурсов олова, большая часть которых содержится в коренных объектах (рис. 5).



Рис. 5. Северо-Янский Sn-W-рудно-россыпной район

Крупнейшее в стране *Депутатское месторождение* имеет 11,8% запасов РФ, со средним содержанием олова 1,15% [2]. Среди россыпей выделяются две уникальные – *ручьев Тирехтях и Одинокий*, запасы каждой из которых превышают 50 тыс. т металла, при содержании олова в песках более 800 г/м<sup>3</sup>. В ЧАО находится более 15% российских запасов олова в *Пыркакайских* бедных штокверковых месторождениях (содержания – 0,2–0,3%) [2].

Оловоносный потенциал *шельфовых областей Российской Арктики* сопоставим с наиболее крупными мировыми провинциями [11]. Крупнейшие россыпи *Ляховского района* (с запасами и ресурсами около 700 тыс. т олова) расположены на о. Большой Ляховский и дне пролива Этерикан, при глубинах моря до 5 м и удалении от берега до 4 км (рис. 5). Россыпи со средним содержанием касситерита 200–1700 г/м<sup>3</sup> и мощность торфов – 2,4–30 м. В *Чокур-дахском районе* на дне Ванькиной губы на глубинах до 10 м разведана россыпь протяженностью до 2,8 км и шириной до 800 м с содержаниями олова 110–920 г/м<sup>3</sup>. В *Чаунско-Киберовском районе ЧАО* установлены пять россыпей на дне Чаунской губы, на глубине до 20 м. Россыпи средние по масштабу с продуктивными пластами мощностью 2–15 м (в *Валькумейской россыпи* – 49 м) и средними содержаниями касситерита от первых сотен г/м<sup>3</sup> до первых кг/м<sup>3</sup>; мощность торфов достигает 50 м (рис. 6).



Рис. 6. Буровые работы по разведке прибрежно-морской россыпи олова участка Валькумейский в Чаунской губе Восточно-Сибирского моря.

**Вольфрам.** В Арктической Канаде возобновлено производство вольфрама (4% мирового), активные запасы – 0,44% мировых (табл. 2). По сравнению с 2002 г. [5] доля арктического производства вольфрама сократилась более чем 2 раза, что связано с прекращением российской попутной добычи вольфрама из арктических россыпей и истощением запасов рудника Кантунг в северной Канаде. Доля российского W составляет в арктических запасах почти 43% (табл. 4). В тоже время его доля в запасах РФ невелика – 5,1% (табл. 4).

*Месторождение Кантунг* – скарново-шеелитового типа расположено на западе провинции Северо-Западная территория Канады рядом с юконской границей. Месторождение разрабатывается с перерывами, начиная с 1962 года. Обеспеченность запасами – 3,5 года. В перспективе планируется продолжить работу на месторождении аналогичного типа *Мактунг*, расположенном в 160 км южнее рудника Кантунг. Запасы месторождения – 92 тыс. т., среднее содержание  $WO_3$  – 1,08%. Обеспеченность активными запасами 11 лет при добыче 7,0 тыс. т  $WO_3$  в концентрате в год. Ресурсы – 360 тыс. т  $WO_3$  [13].

В российской Арктике основные разведанные запасы коренного и россыпного вольфрама сосредоточены в Иультинском (более 50% всех запасов), Чаунском (24.8%), Шмидтовском и Северо-Янском районах [2]. В последнем вольфрам является попутным компонентом и до 1997 г. добывался из россыпей олова. В случае реанимации этих приисков добыча вольфрама будет возрастать пропорционально добыче олова. Запасы и ресурсы вольфрама рудных *месторождений Тенкергинского, Иультинского, Светлого и Снежного* достаточны для возобновления добычи 2–2.5 тыс. т в год. Обеспеченность запасами более 20 лет.

#### БЛАГОРОДНЫЕ МЕТАЛЛЫ АРКТИКИ

В последние годы на мировом рынке наблюдался стремительный рост цен на благородные металлы, послуживший основной причиной значительно возросшего спроса на них даже в отдаленных районах Арктики, где были открыты и разведаны новые крупные месторождения.

**Платина, палладий.** Одна арктическая Россия производит 40% мирового палладия и 15% платины (табл. 2). Незначительное количество МПГ производится в северной Финляндии. За последние 10 лет запасы и добыча МПГ не изменились. Разведанные запасы МПГ в рудах Норильских месторождений составляют более 98% от всех запасов РФ. Доля российских МПГ в арктических запасах и добыче составляет 99,5% и 98,8%, соответственно (табл. 4). В тоже время доля арктических МПГ в запасах и добыче РФ составляет 94,6% и 95,4%, соответственно (табл. 4).

*В российской арктической зоне сравнительно недавно были открыты крупные малосульфидные месторождения МПГ: Масловское, Верхнеталнахское, Норильское, Черногорское и Имандинское в Норильском районе, Мончегорское и гора Генеральская на Кольском полуострове.*

*На севере Финляндии ведется разведка несколько месторождений платиноидов. Ресурсы группы месторождений Суханко составили 528 т МПГ ( $Pd/Pt = 4/1$ ) [3]. Канадская компания First Quantum с 2012 г разрабатывает в этом же районе малосульфидное месторождение Кейвитса с запасами МПГ – 65 т и ресурсами – 129 т. В 2013 г добыто 1,8 т МПГ. Обеспеченность запасами более 20 лет [3]. В Норвегии прогнозные ресурсы МПГ незначительны – менее 300 т (~ 0,6 % мировых) [4].*

**Золото.** В Циркум–Арктической зоне числится всего 58 месторождения золота (табл. 3), включая комплексные, находящиеся на различных стадиях освоения, в том числе Российских – 20, США (Аляска) – 13, Канадских – 13, Гренландских – 1, Норвежских – 1, Шведских – 7, Финских (Лапландия) – 3. Разрабатываются 18 коренных месторождений и многочисленные россыпи. К потенциально промышленным объектам относятся 23 месторождения, а 17 объектов имеют только ресурсный потенциал. Многие из арктических месторождений – комплексные, содержат кроме золота, значительное количество цветных металлов, серебра, МПГ. В современной мировой добычи золота доля Арктики – 2,87%; доля в мировых запасах – 3,25% (табл. 2), учитывая мировую добычу и активные запасы золота по [14]. Основная добыча золота сосредоточена в Чукотском АО (Россия) и на Аляске; в меньшей степени в Северной Канаде и Скандинавской Арктике, кроме того, небольшое производство золота возобновлено в Гренландии (рис. 7).



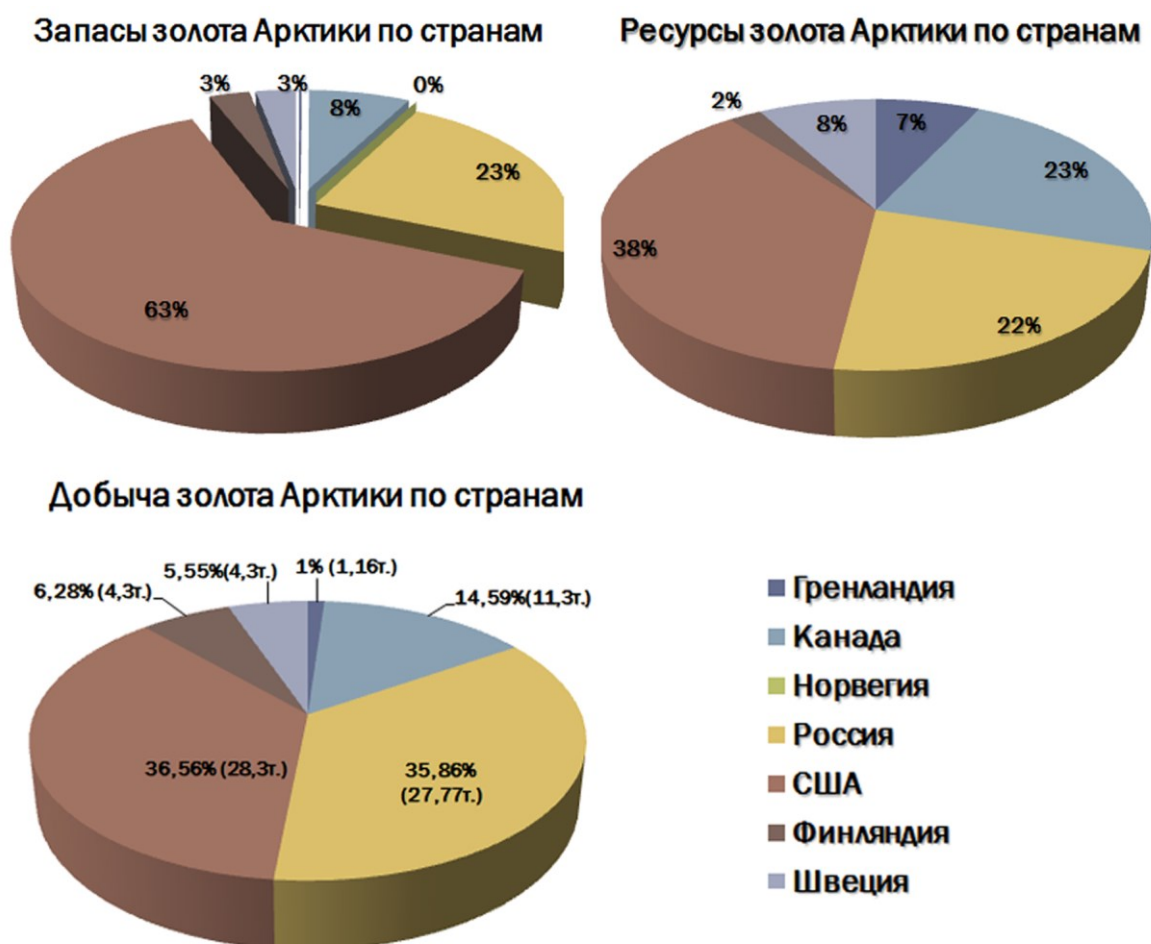


Рис. 7. Запасы, ресурсы и добыча золота по странам Арктики

Попутно золото добывается в заметных количествах из *Норильской группы* Ni-Cu-Co-MPG месторождений и *Си-Ау-порфирового месторождения Айitik* (4,5 т. и 1,7 т. соответственно). Из россыпей в Арктике добывается ежегодно около 8 т золота (Аляска, Чукотка, Юкон). Незначительная добыча золота из россыпей (десятки кг) сохранилась на о. Большевик и в арктической зоне РСЯ. Доля российского золота в арктических запасах и добыче в целом составляет 23,3% и 34,2%, соответственно (табл. 4). В тоже время доля арктического золота в запасах и добыче РФ составляет 11,2% и 9,75%, соответственно (табл. 4).

*Чукотка* – самая золотоносная территория из восточных провинций России и третья в стране по количеству извлекаемого драгоценного металла. Историческая добыча золота Чукотки составляет 1018 т, а серебра около 1300 т. В золотодобыче ЧАО доминируют эпitherмальные золото-серебряные месторождения (рис. 8).

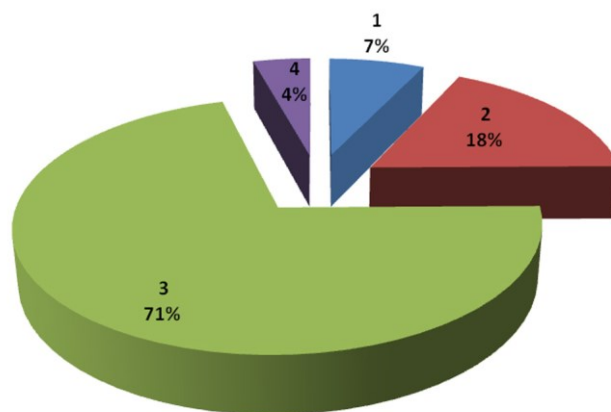


Рис. 8. Распределение добычи золота в ЧАО (2013 г) по промышленным типам месторождений. 1 – золото-кварцевый; 2 – золото-сульфидный вкрапленный; 3 – золото-серебряный эпитермальный; 4 – россыпи.

В последние годы, по данным *Чукотнедра*, балансовые запасы рудного золота увеличились на 60%, в то время как запасы россыпного золота уменьшились на 30%. В последние 6 лет резкий скачок в добыче золота в ЧАО (рис. 9) связан с вводом в эксплуатацию, вначале месторождения Купол (2008), затем Майского и Двойного (2013).

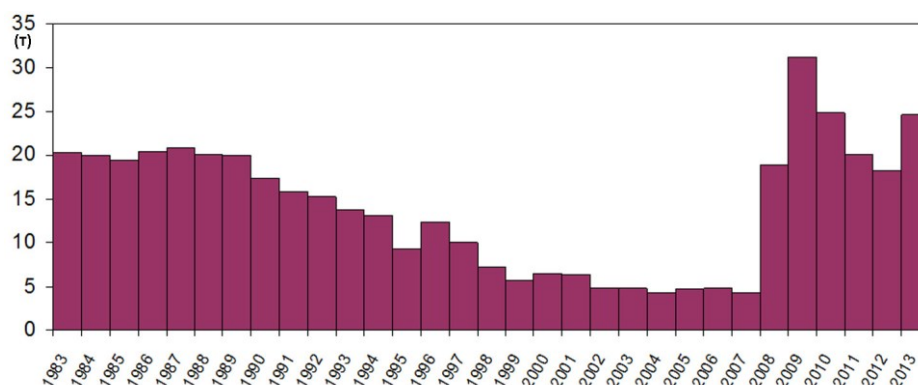


Рис. 9. Динамика добычи золота в Чукотском АО, по данным Чукотнедра

Добыча золота в ЧАО развивалась темпами сопоставимыми со штатом Аляска и значительно опережала соседнюю Магаданскую область [15]. В 2013 году ЧАО увеличил добычу золота до 24,6 т, что на 35 % больше по сравнению с 2012 г (табл. 5).

Таблица 5. Балансовые запасы золота (и серебра) ЧАО

Месторождение	Промтип	Балансовые запасы, утвержденные в ГКЗ		
		A+B+C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	Добыча
Майское	Золото-сульфидный	44413	91727	2690
Валунистое	Золотосеребряный	9650 (111,5)	12110 (125,2)	760 (6,9)
Двойное	Золотосеребряный	21825 (32,1)	42846 (61,9)	3500 (4,2)
Каральвеевское	Золотокварцевый	37292	1838 (4,4)	2000
Кекура	Золотокварцевый	10527	36205 (13,1)	
Клен	Золотосеребряный	11002 (26,8)	7656 (17)	
Купол	Золотосеребряный	100480 (1285,3)	63114 (879,2)	13490 (153,9)
Песчанка	Медно-порфировый	178565 (1450,8)	55184 (551,4)	

Источник – Государственный баланс запасов 2013 и данные Чукотнедра по добыче металлов в 2013 г.

Добыча из россыпей составила 2,18 т, что на 0,16 т больше, чем в 2012 году (табл. 5). В настоящее время в ЧАО разрабатываются лишь пять из восьми основных рудных месторождений золота (табл. 5). В 2015–2017 г.г. *планируется ввести* в эксплуатацию еще два объекта (Клен и Кекура). Месторождение Песчанка, по-видимому, будет осваиваться уже после 2025 года. Потенциал ресурсов золота россыпей Чукотки также далеко не исчерпан. На сегодня реальная оценка запасов россыпного золота в округе составляет порядка 60 т.

После выхода на проектную мощность новых рудников ЧАО, имеющаяся МСБ золота, будет отработана в течение 10–15 лет. За последние пять лет, по данным Чуокотнедра, горнодобывающим компаниям переданы в пользование 17 перспективных на открытие новых месторождений золота и серебра площадей с общим ресурсным потенциалом: золота около 1200 т и серебра более 7000 т. Этот факт позволяет надеяться на получение значительного прироста запасов золота и серебра к 2025 г. За последние пять лет финансирование ГРП за счёт недропользователей увеличилось в 4 раза (до 2 млрд. руб. в год).

*Таймыр* – новый, потенциально крупный, золотоносный регион российской Арктике. Здесь основные запасы, ресурсы и попутная добыча золота связаны с комплексными месторождениями Норильска, а перспективы с новой Таймыро-Североземельской золотоносной провинцией (ТСЗП), выделенной ВСЕГЕИ [16]. ТСЗП охватывает северную часть полуострова Таймыр и острова арх. Северная Земля. Общие ресурсы золота оцениваются в 2000 т [16]. Несколько потенциальных золоторудных районов оконтурены на острове Большевик и Северном Таймыре, которые также включают значительное количество россыпей. *На острове Большевик* основные проявления рудного и россыпного золота сосредоточены в юго-восточной части и контролируются зоной северо-восточного простираения, протяженностью около 30 км и шириной более 4 км. Несомненный интерес представляют золотоносные конгломераты, выявленные и изученные на п-ове Челюскин.

*Россыпи золота в арктической России.* Истощение МСБ россыпного золота в Арктике выдвигает необходимость поисков новых объектов. Золотоносный потенциал арктических шельфовых областей России сопоставим с крупными золотоносными районами страны [17]. Основной объем запасов (более 85%) и ресурсов (не менее 70%) в пределах шельфовой области сосредоточено на островах и вблизи береговой линии (рис. 3). По продуктивности первое место занимает о. Большевик, второе – Челюскинский (Таймыр), третье – Валькарайский (ЧАО) районы. Высоки перспективы открытия крупных россыпей золота на о. Врангелля. Определенное значение в арктической зоне РСЯ сохраняют Куларский, Аллаихский, Селеняхский и Нижнеколымский золотоносные районы. Суммарные ресурсы о-ва Большевик, включая

и разведанные отрезки долин, составляют 50 т. Ресурсы п-ва Челюскин суммарно оцениваются в 45–50 т. В пределах Валькарайского района все разведанные на сегодня запасы и ресурсы россыпного золота сосредоточены в проливе Лонга и лагуне Рыпильхин. Крупная россыпь Рыпильхин (запасы более 35 т) – прослежена на дне моря до глубин 30–35 м; мощность торфов составляет 5–30 м, золотоносных пластов – 0.5–0.8 м, содержания золота – 2.5–7.5 г/м<sup>3</sup>.

**Аляска.** Согласно последним исследованиям Института Фразера (Канада), Аляска находится на седьмом месте в мире среди 45 регионов, перспективных с точки зрения добычи полезных ископаемых. Достаточно вспомнить "золотую лихорадку" начала прошлого века, когда на полуостров хлынули толпы золотоискателей. Подсчитано, что с тех пор и до настоящего времени из недр Аляски добыто более 1380 т золота, из россыпей – 770 т [7]. В 2013 г Аляска добыла 28,65 т золота (рис. 10).

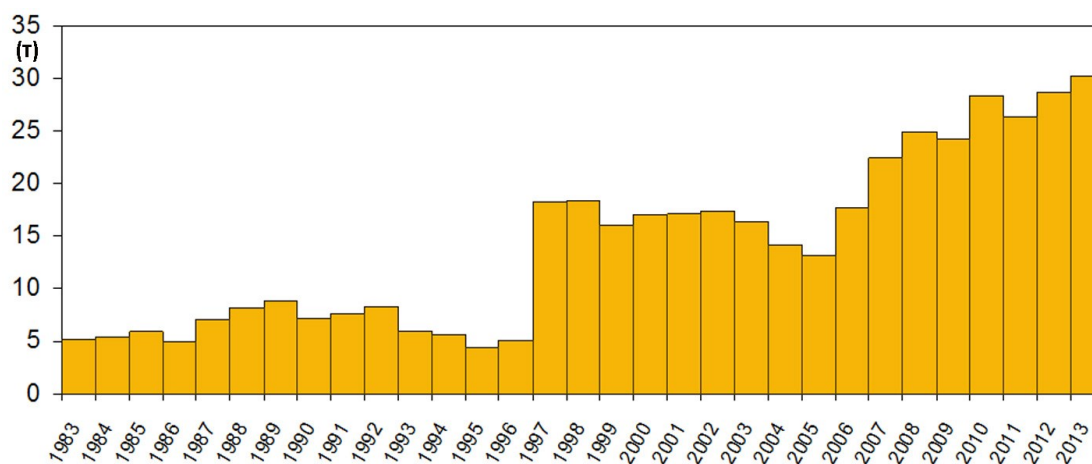


Рис. 10. Динамика добычи золота Аляски по [8]

В конце XX века на Аляске введены в строй предприятия по добыче руд цветных металлов и золота. В 1996 г. был пущен в эксплуатацию золоторудный комбинат Форт Нокс, принадлежит компании «Кинросс Голд». Рудник ежедневно выдаёт 42 тыс. т руды. С 1996 г. здесь произведено почти 3 млн. унций (93 т) золота. Запасы золота в руде с содержанием золота менее 1 г/т оцениваются в 112 т [7]. В настоящее время комбинат производит 11 т золота в год. В 90 милях к востоку от Форт Нокса находится золоторудное месторождение Пого (компания «Сумимото»). Рудник, начиная с 2006 года, производит около 10 т золота ежегодно. Запасы золота с содержанием 15 г/т – 85 т. Рудник *Кенсингтон*, принадлежащий «Coeur Alaska», работает с 2010 года. Добыча золота в 2012 году составила 2,5 т. Месторождение расположено в районе Жуно на югл-востоке Аляски и относится к золото-кварцевой формации. Запасы и ресурсы золота превышают 47 т. Прирост запасов может быть получен на соседнем участке Жулиан. Рудник *Грин Крик* (Хекла) попутно с цветными металлами произвел в 2012 г. 1,7 т золота [7]. Многочисленные старатели из 312 россыпей Аляски произвели 3,1 т золота [7].

Перспективы роста золотодобычи на Аляске связаны с тремя золоторудными гигантами (Донлин, Ливенгут и Пибл). Запасы *месторождения Донлин* (NovaGol&Baric) составляют 1054 т, с содержанием золота на отдельных участках до 5.2 г/т, а в среднем 3 г/т [7]. Донлин – аналог золото-сульфидного месторождения вкрапленных упорных руд Майского в ЧАО. Мощность рудника на этом месторождении может достичь 46 т золота в год. Начало строительства рудника планировалось в 2014 г, но было отложено в связи с отсутствием разрешения Правительства штата. Во многом аналогичная Донлину ситуация сложилась вокруг второго золотого гиганта Аляски – *Си-Мо-Ау-порфирового месторождения Пибл*.

Месторождение среди своего класса 9-е в мире по запасам и ресурсам меди и 2 по золоту. Пуск рудника намечен в 2018 году [7]. Проектная добыча золота – около 40 т в год. Запасы месторождения *Ливенгут* (Tower Hill Mines) – аналог Форт Нокс почти достигли 500 т, при содержании золота 0,61 г/т [7]. Ресурсы месторождения – 137 т. Планируется годовая добыча золота – 18 т. Месторождение имеет большой потенциал прироста запасов на четырех участках. Таким образом, рассмотренные выше три месторождения, в случае реализации горнодобывающих проектов, начиная с 2018-2020 гг. могут увеличить добычу золота Аляски до 100 т в год.

**Канада.** В арктической Канаде большая часть золота производится в провинции Нунавут (9,3 т), кроме того, Юкон получает 1,6 т золота из 140 россыпей Клондайк и 0,4 т попутно извлекают из полиметаллической руды. Арктическая Канада, как будет показано ниже, обладает огромным потенциалом открытия новых месторождений золота в архейских зеленокаменных поясах. Крупный рудник работает на группе месторождений Мидовбанк в Нунавуте и принадлежит «Agnico Eagle» [13]. Мидовбанк объединяет три близких по составу штокверковых месторождения, приуроченных к архейскому зеленокаменному поясу, и залегающих в вулканических толщах и железистых кварцитах. Месторождения расположены с шагом – 7 км одно от другого. Запасы составляют 54 т, ресурсы – 37 т, со средним содержанием 3,4–3,2 г/т. Эксплуатация началась в 2010 г. В пределах пояса продолжаются поисково-оценочные ГРП. В 2013 г было открыто месторождение ИВР в 50 км к северо-западу от рудника. Второй крупный проект компании – *Мелиадин* также включает несколько месторождений, приуроченных к одноименному архейскому зеленокаменному поясу в 290 км южнее рудника Мидовбанк. Запасы составляют 93 т, ресурсы – 160 т, среднее содержание в рудах 7,4 г/т. Еще один крупный рудник *Хопбей* планируется построить в районе Китикум в Нунавуте [13]. Здесь разведано несколько месторождений в одноименном зеленокаменном поясе. Проект предусматривает подземную добычу золота 7 т/год в течение 10 лет. Средние содержания золота в рудах месторождений 10–12 г/т. Другой крупный рудник *Бэкriver* проектируется в 520 км от г. Елоунайт. Месторождение залегает в железистых кварцитах. Запасы составляют 164 т, средние содержания в руде 5,2–6,1 г/т, ресурсы – 55 т с содержанием – 7,3 г/т. Проектная мощность рудника – 9 т в год. На флангах месторождения продолжаются разведочные работы. Кроме перечисленных объектов, компания «Elgin Mining» планирует возобновить добычу золота на руднике *Люпин*, расположенном примерно в 400 км к северу от г. Елоунайт [13]. Месторождение вмещают турбедитовые породы зеленокаменного пояса. Выявлены 23 т ресурсов с со средние содержанием золота в рудных телах 10,73–11,32 г/т. Второе месторождение разведываемое кампанией – *Улу*, расположено в 155 км севернее месторождения Люпин. Руды характеризуются высокими средними содержаниями золота – 10,6–12,44 г/т. Ресурсы месторождения – около 33 т. В провинции Северо-Западная территория разведано (Tyhee Gold) несколько месторождений по общим названием *Елоунайт* в архейском зеленокаменном поясе, которое содержит суммарно (запасы+ресурсы) 110 т золота со средними содержаниями 1,97–2,69 г/т. Работа рудника обеспечена запасами на 15 лет. В 240 км к северо-востоку от г. Елоунайт компания «Seabridge» разведала крупное месторождение *Курагеус* в одноименном архейском зеленокаменном поясе. Золото связано с вкрапленным арсенопиритом. Запасы – 202 т, ресурсы – 15 т, средние содержания в руде – 2,2–2,9 г/т [13]. На месторождении проектируется рудник с добычей 12 т золота в год, обеспеченность запасами которого 15 лет.

**Гренландия.** На самом юге Гренландии, в 12 км от побережья, разведано золото-кварцевое месторождение *Налунак* [9]. Мощность жил – от 0,1 м до 2 м, в среднем – 0,7 м. Руды сравнительно богатые, нередко содержания золота в 30–50 г/т. В 2012 г. добыча составила 0,9 т золота. Подсчитанные ранее запасы – 9,2 т золота, с содержанием 21 г/т. Ресурсы категории inferred (в России – P<sub>1</sub>) оценены в 30 т, с

содержанием – 18 г/т. Компания «Nuna Minerals» с 2003 года занимается разведкой золоторудного месторождения «Storø» на севере Гренландии и оценкой зеленокаменного пояса Куусуке, где содержание золота в рудопроявлениях варьирует от 2,9 до 14,5 г/т.

**Скандинавия.** Крупнейшее в Европе месторождение «Китила» (Kittila) расположено в 900 км на север от Хельсинки в золотоносном районе Сурикусико (Лапландия, Финляндия) [12]. Доказанные запасы составляют 124 т или 26 млн т руды при содержании 4,8 г/т. Первый слиток на месторождении получен в 2009 г. Месторождением владеет канадская компания «Agnico-Eagle». Среднегодовое производство золота с 2012 составляет около 5 т, продолжительность работы рудника оценивается в 15 лет (до 2025 г.) [12].

На втором месте по добыче золота среди скандинавских стран находится Швеция [12]. Больше всего золота добывает компания Болиден (1,7 т в год) попутно на медном месторождении *Айттик* (ср. содержание золота в руде 0,12– 0,15 г/т), запасы золота – 152 т, ресурсы – 174 т. *Месторождение Бьёркдаль* (*Bjorkdal*) находится в 30 км к северо-западу от г. Шеллефтео и в 750 км к северу от Стокгольма. Запасы золота оцениваются в 62 т. Объектом владеет компания «Elgin Mining». Первая поставка золотого концентрата осуществлена в сентябре 1988 г. Сегодня золотоизвлекающая фабрика на месторождении перерабатывает 3200 т руды в сутки, в 2013 г. добыто около 1,5 т. Всего за 25 лет эксплуатации произведено 35 т. *Месторождение Свартлиден* (*Svartliden*) находится в 700 км к северу от Стокгольма на западе мирового класса рудного района Скелет. Рудник работает с 2004 г. Золото добывается карьером и подземным способом. В 2013 г. добыто 1,1 т золота. Содержание золота в руде варьирует от 2,9 до 4,72 г/т.

**Серебро.** Арктика извлекает около 4,2% глобального количества серебра; доля в мировых запасах – 3,7% (табл. 2). Около 70% производства приходится на Аляску, 20% на российскую Арктику и оставшаяся часть принадлежит Скандинавии. Доля российского серебра в арктических запасах и добыче составляет 52,7% и 29,6%, соответственно, а доля арктического серебра в запасах и добыче РФ составляет 11,16% и 13%, соответственно (табл. 4). Все арктическое серебро производится попутно из полиметаллических и золото-серебряных руд. Главные продуценты серебра в Арктике – рудники Аляски Ред Дог, Грин Крик и чукотское месторождение Купол. По сравнению с 2002 г. [5] арктические показатели незначительно увеличились, в связи с добычей заметного количества серебра попутно с золотом на руднике Купол в ЧАО. Небольшое производство серебра сохраняется в Северной Швеции и арктической части Канады.

**РЗМ.** В Мурманской области расположено комплексное Ловозерское месторождение – единственное в России, из руд которого РЗМ извлекают в концентраты (около 6 тыс. т) [2]. Редкоземельные металлы, наряду с танталом и ниобием, рассматриваются как главные компоненты его руд; попутными являются стронций и титан. Разведанные запасы РЗМ Ловозерского месторождения, представленные в основном металлами цериевой группы, составляют более 25% российских; среднее содержание суммы оксидов редких земель в рудах – 1,12%. В рудах месторождений Хибинской группы, разрабатываемых на фосфор, содержится более 40% российских запасов РЗМ, которые, однако, из руд не извлекаются [2]. Аналогов в мире этой группе месторождений нет. Другое уникальное *Томторское месторождение* находится в арктической зоне Якутии. В его пределах разведан только участок Буранный, запасы которого не превышают 0,7% российских. Основные компоненты руд - ниобий, РЗМ и скандий. Руды отличаются очень высоким содержанием редких земель – 7,98%  $\Sigma \text{TR}_2\text{O}_3$  [2].

**Уран.** В Циркум-Арктической зоне уран не добывается, хотя выявлено большое количество месторождений и рудопроявлений. Наиболее перспективно в плане добычи месторождение Кигавик, расположенное в бассейне Телон северо-восточнее провинции



Атабаска (Канада). Его запасы составляют более 50 тыс. т. урана, а среднее содержание 0,47% урана. В арктической зоне Гренландии известен крупнейший ураноносный район связанный с многофазным щелочным интрузивным комплексом Илимаусак. Содержания урана колеблются от 0,001 до 0,3%, а тория от 0,0015 до 1%. На месторождении Кванефельд, где ранее было добыто 20 тыс. т. руды с содержанием 365 г/т урана, запасы составляют около 30 тыс. т. Кроме того, это месторождение - один из крупнейших потенциальных источников редких земель. Общие ресурсы района Илимаусак оцениваются в 600 тыс. т.  $U_3O_8$ . В настоящее время получено разрешение на разработку месторождения и идет подготовка к его эксплуатации.

Перспективы выявления в пределах Арктической зоны России промышленно значимых урановых месторождений требуют дополнительного изучения всего комплекса геологических, геофизических, геохимических, металлогенических критериев и признаков формирования и размещения уранового оруденения в уже намечившихся ураноносных районах. Наиболее перспективна территория слабо изученного Анабарского щита. Поиски должны быть ориентированы в первую очередь на месторождения типа «несогласия», альбититовый тип, развитый на всех щитах, а также ураноносные пегматиты с уран-торий-редкометалльным оруденением. В пределах Кольского геоблока в первую очередь интерес представляют щелочные интрузии Хибино-Ловозерского района. Имеющиеся здесь проявления уран-торий-редкометалльные рудопроявления, близки к минерализации Илимаусского массива в Гренландии. Дополнительная оценка этих проявлений позволит оценить масштабы и перспективы на обнаружение крупных объектов. В пределах Чукотской ураноносной провинции перспективы связаны с вулкано-тектоническими структурами позднемелового возраста. Здесь возможно обнаружение значительных объектов Стрельцовского типа. Большой интерес представляют также урановые проявления в углеродистых сланцах Южно-Новоземельского района. Сланцы с геохимической специализацией в отношении U, Se, Bi, Mo, Sb, As, Ag и V имеют широкое распространение, а выявленные в них рудопроявления требуют дальнейшей оценки.

### **ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО НАПРАВЛЕНИЮ НИР И ГРР В РОССИЙСКОЙ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ**

Проведенный анализ позволяет сформулировать предложения по направлению ГРР и НИР в Арктике, где отчетливо выделяются два крупных и контрастных направления: изучение новых неосвоенных территорий и выявление не выходящих на поверхность рудных месторождений в старых горнодобывающих районах.

*По первому направлению предлагается:*

- Региональное геологическое картирование арктических территорий с низкой обнаженностью (тундровые низменности, равнины, плоскогорья и крупные речные долины по современным стандартам с большими объемами среднемасштабных аэрогеофизических съемок и последующее картировочное бурение (по сети или профилям) выявленных перспективных аномалий.
- В первую очередь должна быть детально изучена полоса шириной до 200 км вдоль берега Северно-ледовитого океана, и архипелаги и отдельные острова, а также берега судоходных рек. Так как именно в этой зоне, учитывая отечественный и зарубежный опыт, наиболее реально освоение перспективных месторождений полезных ископаемых.
- Прогноз ресурсов в рамках моделей наиболее перспективных типов месторождений, экономические параметры и примеры успешной эксплуатации которых известны в Арктике или нетрадиционных для Арктики типов, вероятность открытия которых по прогнозно-поисковым критериям велика.
- Стимулирование разработки и принятия новых подходов обработки и интерпретации информационных данных.
- Обучение следующего поколения высококвалифицированных геологов и геофизиков.

*По второму направлению предлагается:*

- Разработка надежной методики выявления месторождений или рудных тел в пределах известных объектах, не выходящих на поверхность, а также индикаторов, которые показывают местоположение захороненной руды, что позволяет снизить риски при проведении ГРП.
- Получение новых геологических знаний и разработка инновационных методов моделирования рудообразующих систем.
- Специализированную подготовку и обучение студентов, для увеличения количества квалифицированных кадров доступных для горнодобывающей промышленности

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Выполненный анализ показал, что обширная по площади территория Циркум-Арктической зоны обладает значительными ресурсами стратегических металлов. В последние годы интерес горнодобывающей промышленности к Арктическим ресурсам заметно растет, что выражается в оживлении ГРП в новых районах (Чукотка, Таймыр, Аляска, Нанавут, Гренландия), и сопровождается ростом объемов добычи, прежде всего, золота и меди, а также возобновлением добычи свинцово-цинковых и вольфрамовых руд на ранее законсервированных месторождениях. Вместе с тем, по объему финансирования резко преобладают ГРП на золото. Перспективы освоения арктических месторождений стратегических металлов, кроме масштаба и богатства их руд, во многом определяются близостью к северному морскому пути и к судоходным рекам, что значительно повышает рентабельность работы рудников за счет использования водного транспорта. Экологический риск – главный фактор, тормозящий строительство новых рудников в Арктике (примеры – рудные гиганты Пибл и Донлин, Аляска).

В новых, неосвоенных районах Циркум-Арктической зоне наиболее интересны в промышленном плане: месторождения цветных металлов Ni-Co-Cu-(PGE) (Норильского типа); крупные месторождения Pb-Zn-Ag типа «SEDEX» (примеры, Ред Дог, Павловское) и колчеданно-полиметаллические месторождения (VMS), обогащенные золотом и серебром (Грин Крик); месторождения благородных металлов: бонанцевые эпитермальные Au-Ag-As месторождения (Купол, Двойной и др.), золото-сульфидные вкрапленные месторождения (Майское, Донлин), месторождения золота, связанные с интрузивами гранитоидов (Форт Нокс, Пого, Кенсингтон), золото-кварцевые месторождения в турбедитах (Джуно, Каральвеем), месторождения золота в зеленокаменных поясах (Медувбанк и др.), а также крупные россыпи золота и МПГ (аллювиальные и прибрежно-морские, как на Юконе, Чукотке и Номе); богатые Cu-Mo, Cu-Au, Mo-W, Sn-In месторождения.

В старопромышленных или близким к таковым арктических регионах (Скандинавские страны, Мурманская область, Норильский район) в инвестиционном плане интересны такие же месторождения, как и в неполярных районах. Пример, бедное Cu-Au-порфировое месторождение Айтик (Швеция), титановое месторождение Телнес (Норвегия), бедное месторождение золота Форт Нокс (Аляска) и др.

*Работа выполнена при финансовой поддержке программы Президиума РАН «Поисковые фундаментальные научные исследования в интересах развития Арктической зоны Российской Федерации».*

## ЛИТЕРАТУРА

1. Павленко В.И. Арктическая зона Российской Федерации в системе обеспечения национальных интересов страны // Арктика: экология и экономика. 2013. № 4 . С. 16–25.
2. Государственный доклад «О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2012 год» /гл. ред. Д.Г. Хромов. М.: ИАЦ «Минерал», 2014. 300 с.
3. Finland // Mining Journal special publication. 2012. 20 p.
4. Norway // Mining Journal special publication. 2010. 16 p.
5. Lindholt L. Arctic natural resources in a global perspective // Chapter 3 in: The Economy of the North / Glomsrød, S. and Aslaksen, I., editors. Oslo: Statistics Norway, 2006. P. 27–37.
6. Сидоров А.А., Волков А.В. Освоение ресурсных регионов (на примере Аляски и Чукотского АО) // Вестник Российской Академии наук. 2008. Т. 78. № 10 С. 867–874.
7. Alaska's Mineral Industry 2012 // Special Report 68. 2012. 64 p.
8. Haley S., Klick M., Szymoniak N., Crow A. Observing trends and assessing data for Arctic mining // Polar Geography. 2011. Vol. 34. N. 1–2. P. 37–61.
9. Weihed P., Eilu P., Larsen R.B., Stendal H., Tontti M. Metallic mineral deposits in the Nordic countries // Episodes. 2008. V. 31. P. 125–132.
10. Gram B.O. The Quest for Resources – the Case of Greenland // Journal of Military and Strategic Studies. 2013. V. 15. № 2. P. 94–128.
11. Додин Д.А. Минерагения Арктики. СПб.: Наука, 2008. 292 с.
12. Eilu P. Metallic mineral resources of Fennoscandia // Geological Survey of Finland. Special Paper 49. 2011. P. 13–21.
13. The Future of Mining in Canada's North. New York: The Conference Board, Inc. 2013. 82 p.
14. Mineral commodity summary 2013. U.S. Geological Survey. 2014. 198 p.
15. Волков А.В., Сидоров А.А. Au-Ag-месторождения вулканогенных поясов Северо-востока Азии – основа создания новых горнорудных районов // Золото и технологии. 2011. № 4. С. 6–18.
16. Проскурнин В.Ф. Минерагенический анализ Таймыро-Североземельского региона и оценка его золотоносного потенциала // Автореф. докт. дисс., 2013. 40 с.
17. Флеров И.Б. Золото недр России: мифы, реалии, проблемы // Колымские вести. 2003. № 22. С. 24–38.