

УДК 553.04

**РОССЫПИ РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ
И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ОТРАБОТКИ****А.В. Лаломов***Институт геологии рудных месторождений, петрографии,
минералогии и геохимии РАН, г. Москва;
lalomov@mail.ru***PLACER DEPOSITS OF THE RUSSIAN ARCTIC
AND WAYS OF DEVELOPMENT****A.V. Lalomov***Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry
of Russian Academy of Science (IGEM RAS), Moscow; lalomov@mail.ru*

В арктическом регионе России известны россыпи золота, платиноидов, олова, алмазов, редких металлов и титана. Многие объекты осваиваются уже более полувека и в значительной части выработаны, но оставшиеся объекты достигают масштабов крупных и средних месторождений. Для освоения их необходимы: 1 – исследование потенциала освоенных районов на нетрадиционные типы россыпей; 2 – применение новых методов отработки россыпей, забалансовых по горнотехническим условиям (скважинная гидродобыча, морские драги, рудные схемы обработки, и т.д.); 3 – поиски традиционных типов россыпей в малоисследованных районах. Исследование процессов техногенеза, использование новых технологий добычи и обогащения, а также проведение поисковых работ на шельфе и в малоисследованных районах позволят нарастить запасы полезных ископаемых Арктики.

Илл. 3. Табл. 3. Библ. 22.

Ключевые слова: россыпи, золото, олово, алмазы, редкие металлы, арктический регион, Россия.

Placer deposits of gold, platinoids, tin, diamonds, rare metals and the titan are known in the Arctic region of Russia. Many of the objects are exploited already more than half a century and so far are in large part developed, while the remained resources are presented by the objects reaching scales of large-scale and average deposits. The following directions are necessary for developing of the objects: 1 – a research of capacity of the developed areas on nonconventional types of placer deposits; 2 – using of new methods of maning and enrichment of traditional placers relating to potentially economic on mining conditions (borehole hydroproduction, sea drags, application of solid ore schemes of processing for placers, etc.); 3 – search of traditional types of placer deposits in the low-explored areas.

The research of the processes of forming of technogenic placer deposits, use of new technologies of production and enrichment, also as search and prospecting on the shelf and in the low-explored areas allow to increase mineral reserves of the Arctic region.

Figures 3. Tables 3. References 22.

Key words: placer deposits, gold, tin, diamonds, rare metals, Arctic region, Russia.

Введение

В арктическом регионе России до семидесятых годов XX-го века россыпные месторождения золота и олова преобладали в объёме добываемого сырья, и даже в настоящее время после более чем полувековой отработки они составляют заметную часть балансовых запасов.

Среди россыпных объектов Арктики преобладают золотые, оловянные, редкоземельные и алмазные россыпи, есть месторождения титановых минералов, платиноидов, а также промышленных скоплений мамонтовой кости (рис. 1).

Промышленные россыпи арктического региона относятся к двум основным типам: 1) палеоген-неогеновые россыпи эпохи гумидного литогенеза; 2) плейстоцен-голоценовые россыпи нивального литогенеза (в условиях промерзания и оттаивания).

Тип 1 представлен полигенными месторождениями с пластами как континентального, так и прибрежно-морского генезиса (в том числе под уровнем современного моря). Характерной чертой россыпей этого типа является приуроченность к тектоническим разломам в зонах сочленения равнинных и горных структур, береговым линиям морей, межгорным впадинам и уступам фундамента равнинных областей. В приподнятых блоках часто выявляются источники россыпного материала, к опущенным – участки накопления россыпей. К этому же типу можно отнести и россыпи погребённых пенеппленов.

Очень важна роль кор выветривания, особенно древних, связанных с периодами пенеппленизации при изменении климата. В позднем мезозое и раннем кайнозое климат способствовал дезинтеграции первичных рудомещающих пород, активному химическому выветриванию и подготовке рудного материала для перехода в россыпи. Резкое похолодание в позднем кайнозое с формированием криолитозоны и образованием ледников существенно уменьшило россыпеобразование, но способствовало консервации древних россыпей в толще многолетнемёрзлых пород.

Россыпи 2-го типа контролируются современным рельефом и приурочены к склоновым, аллювиальным и прибрежно-морским образованиям; как правило, по масштабам они средние и мелкие, образуются за счёт вскрытых коренных источников и промежуточных коллекторов.

Повсеместно распространённым типом россыпей являются техногенные образования, возникаю-

щие как за счёт переработки россыпей, так и хвостов обогащения первичных руд. Высоко оценивается потенциал продуктов переработки руд Норильского ГОКа по золоту и платине (особенно отходов ранних периодов отработки месторождения), которые могут достигать масштабов средних и крупных месторождений. По Рывеевскому россыпному узлу техногенные ресурсы оцениваются в 50 % от общих прогнозов по месторождению, а по Куларскому преобладают в общем составе ресурсов. В составе балансовых запасов Валькумейской россыпи касситерита техногенные образования достигают 40 %.

Ниже приведён краткий обзор состояния и перспектив отработки россыпей Арктического региона России по результатам разных исследователей и авторских данных.

Золотоносные провинции арктического региона России

В арктическом регионе России полностью или частично расположены крупные золотоносные провинции – Верхояно-Колымская и Чукотская, а также Таймыро-Североземельская (рудно-россыпной потенциал которой нуждается в дополнительной оценке). До побережий арктических морей простираются Уральская, Тиманская и Карело-Кольская провинции. Характерен широкий возрастной диапазон рудно-магматических и метаморфических образований, питающих россыпи, – от докембрия и раннего палеозоя в древних массивах до позднемеллеровских систем в областях орогенеза и активизации. Кроме золото-кварцевой, золото-углеродистой и золото-сульфидно-кварцевой формаций, источником поступления золота в россыпи служат базальные конгломераты и коры выветривания – промежуточные коллекторы мелового-раннепалеогенового возраста.

Аллювиальные россыпи унаследованных долин, из которых к концу XX века добыто золота ~ 1000 т на Чукотке и ~ 4000 т в Верхояно-Колымской провинции, уже в значительной степени выработаны, хотя до сих пор в пределах Магаданской области россыпи дают более 50 % золота. Ныне ведущим геолого-промышленным типом являются преимущественно погребённые россыпи приморских равнин и подножий примыкающих возвышенностей, с продуктивными пластами различного генезиса и возрастного диапазона (эоцен – плейстоцен), а также техногенные месторождения. Среди погребённых россыпей выделяются два подтипа

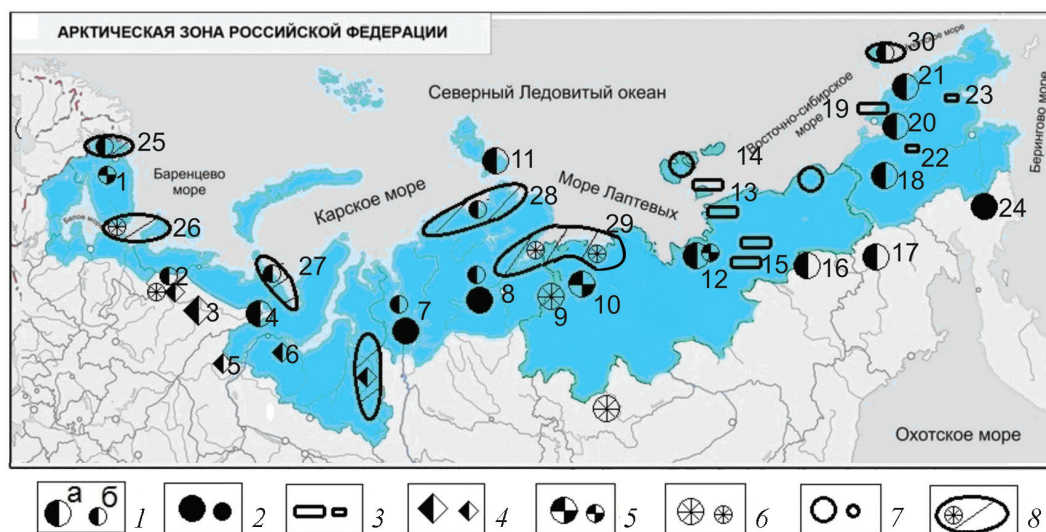


Рис. 1. Россыпные полезные ископаемые арктического региона России и сопредельных областей. 1–7 – россыпи: (а – крупные и суперкрупные россыпи, б – средние); 1 – золотые, 2 – платиновые, 3 – оловянные, 4 – цирконий-титановые, 5 – редкометалльные и редкоземельные, 6 – алмазные, 7 – мамонтового бивня; 8 – перспективные россыпные районы.

Россыпные районы: 1 – Ловозерский, 2 – Тиманский (Ичеть-Ю), 3 – Тиманский (Ярега), 4 – Кожымский, 5 – Мансийский, 6 – Салехардский, 7 – Норильский, 8 – Маймеч-Котуйский, 9 – Эбеляхский, 10 – Томторский, 11 – Североземельский (о. Большевик), 12 – Куларский, 13 – Ляховско-Чокурдахский, 14 – Северо-Якутский, 15 – Депутатский, 16 – Яно-Инди-гирский, 17 – Средне-Колымский, 18 – Билибинский, 19 – Куйвиеем-Пыр-какайский, Певекский, 20 – Ичувеемский, 21 – Рывеемский, 22 – Птичий, 23 – Иультинский, 24 – Карякский; 25–30 – перспективные россыпные районы: 25 – Карело-Кольский, 26 – Беломорский, 27 – Байдарацкий, 28 – Северо-Таймырский (Челюскинский), 29 – Анабаро-Хатангский, 30 – о. Врангеля.

Fig. 1. Placer deposits of Arctic region of Russia and adjacent areas.

1–7 – placer deposits (a – large and superlarge, б – medium): 1 – gold, 2 – platinum, 3 – tin, 4 – zircon-titanium, 5 – rare earth elements, 6 – diamond, 7 – mammoth tusk; 8 – potential placer regions.

Placer districts: 1 – Lovozero, 2 – Timan (Ichet'-Yu), 3 – Timan (Yarega), 4 – Kozhym, 5 – Mansi, 6 – Salekhard, 7 – Norilsk, 8 – Maimecha-Kotui, 9 – Ebelyakh, 10 – Tomtor, 11 – Severnaya Zemlya (Bolshevik Island), 12 – Kular, 13 – Lyakh-Chokurdakh, 14 – North Yakutia, 15 – Deputatsky, 16 – Yana-Indigirka province, 17 – Central Kolyma, 18 – Bilibino, 19 – Kuiviveem-Pyrkakai, Pevek, 20 – Ichuveem, 21 – Ryveem, 22 – Ptichii, 23 – Iultin, 24 – Karyaksky; 25–30 – potential placer areas: 25 – Karelia-Kola, 26 – Belomorsky, 27 – Baidaratsky, 28 – North Taimyr (Cheliuskinsky), 29 – Anabar-Khatanga, 30 – Wrangel Island.

– «рывеемский» и «куларский». Основные данные о месторождениях россыпного золота приведены в таблице 1.

Рывеемский тип выделен на приморской Валькарайской низменности и характеризуется сочетанием аллювиальных (приуроченных к зонам эрозионно-тектонических депрессий) и прибрежно-морских (контролируемых положением древних береговых линий) россыпных тел. Питающими для Рывеемского месторождения служат тела золото-кварцевой и золото-сульфидной формаций. Возраст продуктивных горизонтов от эоцена-олигоцена до позднего плейстоцена, мощность перекрывающих осадков достигает 40–50 м. За период эксплуатации месторождения (1965–1995 гг.) добыто порядка 250 т золота, причём в отдельных блоках

содержание достигало ураганных значений: суточный съём металла доходил до 200 кг, а годовая добыча до 17 т (1978 г.) (Флёров, 2005).

Продолжением Рывеемской россыпи является Рыпильхинская группа из четырёх россыпей, расположенная в лагуне и на дне моря. Ресурсы по этому участку оцениваются в 40 т при среднем содержании 4.5 г/м³.

Куларский тип имеет континентальный, преимущественно аллювиальный, генезис. Погребённые пласты россыпей Куларского района имеют олигоцен-эоценовый возраст с древними золотоносными корами выветривания в основании. За период эксплуатации (1963–1994 гг.) на месторождении добыто 155 т золота. Максимальная добыча золота на Куларе в 1974 г. достигала 9280 кг. Судя

Таблица 1

**Основные месторождения россыпного золота и МПГ российской Арктики
(Лаломов и др., 2015)**

Table 1

Major gold and platinum placer deposits of Russian Arctic zone (Lalomov et al., 2015)

Месторождение или россыпной район	Территория	Тип россыпи	Отработанные запасы (т)	Балансовые запасы (т) / содержание, г/м ³	Прогнозные ресурсы (т) / Содержание, г/м ³
Рывеем	Восточная Чукотка	Гетерогенная россыпь прибрежных равнин	250	40	115 (Au), в т.ч. фланги – 30 целики – 35 техногенные – 50
Ичувеем- Паляваамский, Билибинский р-ны	Центральная Чукотка	Аллювиальные, склоновые	750	30	52 (Au)
Средние и мелкие россыпи	Чукотка	Преимущественно аллювиальные	18	42	33 (Au)
	Чукотка (всего)	Все типы	1018	112	200 (Au)
Кулар	Восточная Якутия	Техногенные, аллювиальные	155	18	100/1.0 (Au) (техногенные)
о. Большевик	Архипелаг Сев. Земля	Аллювиальные россыпи	–	8/1.26	43/0.65 (Au)
Челюскинский р-н	п-ов Таймыр	Аллювиальная, прибрежно- морская	–	–	50/0.8 (Au)
Норильск	Красноярский край (север)	Техногенные	–	–	60/1 (Au) 430/2.5 (Pt)
Маймеча-Котуйский район	Красноярский край (север)	Аллювиальная	–	–	15/0.6 (Pt) 6 / 1.1 (Au)
Средние и мелкие россыпи	Арктическая зона России	Все типы	227	?	15 (Au)
	ВСЕГО:		1400	138 (Au)	474 (Au) 445 (Pt)

по тому, что в последний год эксплуатации добыча достигала 1740 кг, первичные россыпи золота не отработаны до конца, особенно в глубокозалегающей части олигоценовых отложений. Из-за проблем с оттаиванием продуктивных песков и повышенным содержанием мелких и тонких фракций, потери золота при отработке достигали 30–50 %, поэтому техногенные ресурсы оцениваются в 100 т с содержанием до 1 г/м³ (Луняшин, 2011). Россыпи куларского типа известны также в Чаанайском узле и в пределах Чаун-Киберовского и Амгуэма-Ванкарского районов.

Ичувеемский тип аллювиальных долинных россыпей золота в пределах складчатых областей Северо-Востока Арктики представлен продуктивными горизонтами разного возраста, масштаба и глубины залегания. Многие из этих объектов уже отработаны.

В Таймыро-Североземельской провинции с районами Челюскинский и о-в Большевик россыпная золотоносность своеобразна. Для Челюскинского района характерны полигенные (прибрежно-морские и аллювиальные) погребённые россыпи эрозионно-тектонических депрессий. Возраст продуктивных горизонтов – от олигоцена до плейстоцена. В основании толщ залегают золотоносные юрско-меловые конгломераты и коры выветривания. По своему строению золотоносность Челюскинской зоны сходна с Рывеемской (Проскурнин и др., 2014). В трёх узлах о-ва Большевик преобладают поверхностные аллювиальные россыпи (плейстоцен–голоцен), и лишь одна – Водораздельная на юге острова – связана с древней (олигоцен–миоценовой) береговой линией моря.

На о-ве Врангеля в породах палеозоя и триаса с жильной минерализацией зафиксирована золото-

носность четвертичного аллювия. Перспективы о-ва Врангеля на открытие крупных россыпей золота оцениваются как высокие (Бортников и др., 2014).

В Уральско-Тиманском регионе золотоносной является комплексная (золото-алмазно-ильменитовая) россыпь Ичеть-Ю (Пижемская). Ореолы золота, образованные за счёт мелких рудопроявлений Полярного Урала и Пай-Хоя, установлены в прибрежно-морских отложениях Байдарацкой губы.

Относительно слабо изучены перспективы россыпной золотоносности в Карело-Кольском регионе, хотя здесь фиксируются площади с ореолами рассеяния металла в толще четвертичных образований, в том числе в горизонтах ледникового и водно-ледникового генезиса (Гавриленко и др., 1996). В сопредельных районах Финляндии добыча золота из россыпей достигала 2-х тонн.

Россыпи металлов платиновой группы Таймыро-Норильской минерагенической провинции Арктики

Россыпная платиноносность известна в Норильском и Маймеча-Котуйском районах (см. табл. 1). Небольшие россыпи платины были обнаружены вблизи Норильска (ручьи Медвежий и Угольный) и к югу от р. Талнах (р. Рыбная и Кета-Ирбо). Источником платины являются сульфидные и мало-сульфидные медно-никелевые руды в телах базит-ультрабазитов трапповой формации. Россыпи были отработаны в начальный период освоения Норильского месторождения. Прогнозные запасы россыпей (60 т золота и 430 т платины) связаны с техногенными образованиями ранних этапов эксплуатации Норильского месторождения и соответствуют крупным и суперкрупным месторождениям (Самохвалова, 2004).

В Маймеча-Котуйском районе россыпи Гулинского узла формируются за счёт разрушения массива щёлочно-ультраосновных пород. Комплексная россыпь руч. Ингарингда является весьма крупной по ресурсам самородного осмия. В аллювиальных россыпях бассейна р. Маймечи совместно с самородным осмием и иридием присутствует золото. Мощность пласта составляет 0.8–1.5 м при мощности торфов 0.5–11.5 м и содержаниях золота 1.1 г/м³, платины 0.4–0.8 г/м³; ~ 89 % платины находится в классе –0.5+0.125 мм (Симонов и др., 1995).

Перспективы россыпной платиноносности Кольского полуострова связываются с флангами Печенга-Имандра-Варзугской зоны, где располо-

жены специализированные платиноносные массивы базит-гипербазитов и щёлочно-ультраосновных пород.

Оловоносные россыпи арктического региона России

По разведанным запасам олова 2263.6 тыс. т (по категориям А + В + С₁ + С₂) Россия занимает первое место в мире и, наряду с Бразилией (2000 тыс. т) и Китаем (1800 тыс. т), входит в тройку мировых лидеров (Государственный..., 2013). Запасы олова в россыпях по категориями А + В + С₁ составляют 210393 т (12.4 % общероссийских запасов) (Быховский, Спорыхина, 2013). В мире доля россыпных месторождений в общем объёме добычи составляет 53.4 % (в Азии – 80.5 %), в России (на конец 1990-х гг.) из россыпей добывалось 25 % (Смирнов и др., 2008). После резкого падения цен на олово и перехода к рыночным экономическим отношениям в начале 90-х XX века добыча олова в России практически прекратилась.

Основным минералом олова в россыпях является касситерит (SnO₂); содержание других оловоносных минералов, как правило, не превышает долей процента. При поисково-разведочных работах и постановке месторождений на государственный баланс содержание олова в россыпях определяется рентген-радиометрическим и химическим анализом в процентах в руде с последующим пересчетом на традиционное для россыпей содержание в кг/м³.

В восточном секторе арктической зоны сосредоточены 99.3 % запасов и 97.9 % прогнозных ресурсов россыпного олова России. При этом 71.5 % уже разведанных запасов россыпного олова сконцентрировано в 4-х крупных месторождениях: Тирехтах, Одинокая и Чокурдах (в Северо-Якутской провинции) и Валькумей – в Центрально-Чукотской провинции (рис. 2; табл. 2).

Северо-Якутская оловоносная провинция

Депутатский рудно-россыпной район. Месторождение Тирехтах относится к россыпям тектонических уступов и контролируется сочленением морфоструктур 1-го порядка: Верхне-Селенняхской межгорной неотектонической впадиной и складчато-глыбовым поднятием Салтага-Тас. Продуктивными являются разновозрастные аллювиальные и склоново-пролювиальные осадки. Балан-

Рис. 2. Россыпная оловоносность Арктической зоны Северо-Востока России (Лаломов и др., 2016).

1–4 – типы россыпей: 1 – тектонических уступов, 2 – эрозионно-тектонических палеодепрессий, 3 – унаследованных долин, 4 – денудационных равнин; 5 – границы и нумерация рудно-россыпных оловоносных провинций; 6 – границы и обозначения оловоносных районов и узлов.

I – районы Северо-Якутской оловоносной провинции: Депутатский (А), Чокурдахско-Святоносский (Б), Ляховский (В); II – Центрально-Чукотская провинция: Певекский узел (Г), Ичаткинская зона (Д), Куйвиеем-Пыркакайский район (Е).

Россыпи олова: 1 – Тирехтях, 2 – Депутатская группа россыпей, 3 – Одинокая, 4 – Чокурдахская, 5 – Западная, 6 – Боруога, 7 – Куттинский россыпной узел, 8 – Валькумейская, 9 – Птичий, 10 – Пыркакай.

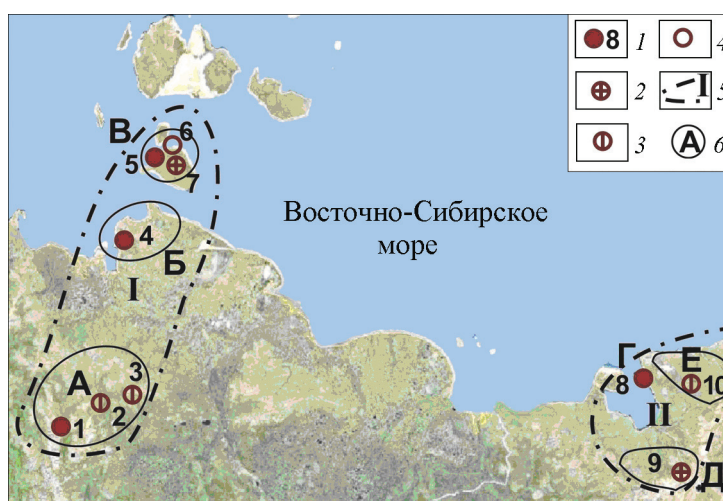


Fig. 2. Tin placer deposits of northeastern Arctic zone of Russia (Lalomov et al., 2016).

1–4 – types of tin placers: 1 – tectonic ledge; 2 – erosion-tectonic paleodepressions; 3 – inherited valleys; 4 – denudated plains; 5 – borders and numbers of tin-bearing provinces; 6 – borders and designation of tin-bearing districts and clusters.

I – regions of North Yakutia province: Deputatsky (A), Chokurdakh-Svyatoy nos (B), Lyakhovsky (V); II – Central Chukotka province: Pevek (Г), Ichatki (Д), Kuiviveem-Pyrkakay (Е).

Placer deposits: 1 – Tirektyakh, 2 – Deputatsky group, 3 – Odinskaya, 4 – Chokurdakh, 5 – Zapadnaya, 6 – Boruoga, 7 – Kutta cluster, 8 – Valkumey, 9 – Ptichii, 10 – Pyrkakay

совые запасы россыпи составляют 68.9 тыс. т при среднем содержании олова 0.81 кг/м^3 . Коренным источником служат рудные тела касситерит-силикатной формации.

Россыпь Одинокая относится к гетерогенным (эллювиальным-склоновым-аллювиальным) образованиям. Балансовые запасы россыпи 50.9 тыс. т при среднем содержании 0.83 кг/м^3 . Образована за счёт штокверка касситерит-кварцевого состава. Вследствие крепости вмещающих пород, представленных кварц-топазовыми грейзенами, около 50 % касситерита россыпи находится в сростках, в результате чего схема отработки россыпи включает в себя предварительное дробление материала (Россыпные..., 1997).

Чокурдахско-Святоносский россыпной район. В районе выявлено Чокурдахское россыпное месторождение, расположенное на акватории Ванькиной губы в юго-восточной части моря Лаптевых. Россыпь локализована в зоне тектонического уступа длительного развития (миоцен-голоцен) на плотике озёрно-аллювиальных суглинков эоцен-олигоценного возраста до отметки -60 м и сложена в основном прибрежно-морскими оловоносными осадками с голоценовыми россыпями (пляжевой и делювиальной). Мощность оловоносного пласта от 4 м в прибрежной части до 58 м по мере удаления от берега. Протяжённость россыпи 2.4 км , ширина в центральной части $520\text{--}800 \text{ м}$, на флангах – 240 м . Макси-

мальное содержание олова (до 6.9 кг/м^3) установлено в плиоцен-раннеплейстоценовых слоях центральной части россыпи при среднем содержании по месторождению 0.74 кг/м^3 . Запасы месторождения оценены по категории C_1 и составляют 18.8 тыс. т .

Ляховский оловоносный район наиболее показателен по разнообразию россыпной оловоносности, масштабности запасов по категории C_2 и прогнозных ресурсов достоверных категорий (P_1 и частично P_2) (Смирнов и др., 2008). В металлогеническом плане он является северным флангом Северо-Якутской оловоносной провинции. Основная часть запасов и прогнозных ресурсов олова сосредоточена на севере о-ва Большой Ляховский и акватории мелководного (до 10 м) пролива Этерикан, в пределах двух россыпных узлов – Северо-Ляховского и Западно-Ляховского.

Северо-Ляховский узел включает ряд пространственно сближенных россыпей различного генезиса (от аллювиально-пролювиальных до полигенных и прибрежно-морских). Помимо россыпей Куттинского поля, к месторождениям (по содержанию и запасам) отнесена россыпь Тарская. Остальные россыпи, локализованные в юго-западной части узла, – забалансовые.

Западно-Ляховский россыпной узел охватывает северо-западную часть о-ва Большой Ляховский и прилегающую часть пролива Этерикан. В преде-

Таблица 2

Характеристика основных типов россыпей олова

Table 2

Characteristic of major tin placer deposits

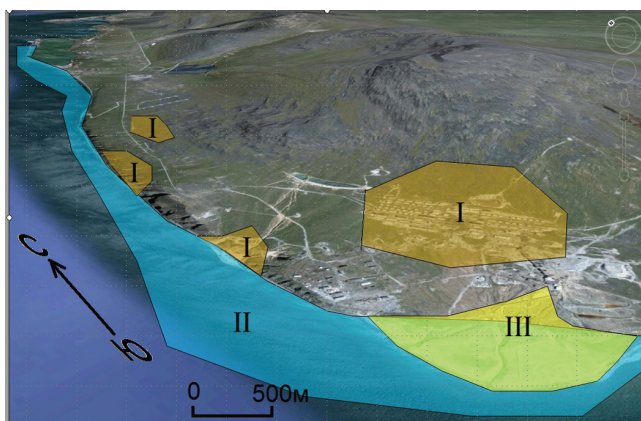
Россыпь (район)	Структурно- геоморфологический контроль	Генезис	Среднее содержание олова, г/м ³	Запасы по категориям, тыс. т		
				A+B+C ₁	C ₂	P ₁
Одинокая (Депутатский)	Унаследованная долина	Аллювиально- склоновый	828	50.9	1.0	—
Птичий (Ичаткинский)	Унаследованная долина	Аллювиальный, пролювиальный	600	6.3	—	—
Правая Кутта (Ляховский)	Денудационная равнина	Элювиальный, ложковый	1650	—	1.7	—
Тохтубут (Ляховский)	Денудационная равнина	Элювиальный, ложковый	1670	—	11.2	—
Боруога (Ляховский)	Денудационная равнина	Элювиальный, ложковый, аллювиальный	1880	—	—	39.0
Малая Кутта (Ляховский)	Эрозионно- тектоническая палеодепрессия	Аллювиальный	800	—	44.9	—
Левая Кутта (Ляховский)	Эрозионно- тектоническая палеодепрессия	Аллювиальный	1150	—	5.9	—
Западная (Ляховский)	Тектонический уступ	Прибрежно-морской	1130	—	44.0	—
Тирехтях (Депутатский)	Тектонический уступ	Аллювиальный, склоновый	814	68.9	5.3	—
Чокурдах (Чокурдах- Святоносский)	Тектонический уступ	Гетерогенный (прибрежно- морской, склоновый, элювиальный)	740	18.8	—	—
Валькумей (Певекский)	Тектонический уступ	Гетерогенный (прибрежно-морской, аллювиальный, склоновый, техногенный)	680	12.5	9.5	35
ВСЕГО:				157.4	123.5	74

лах узла выделяются два крупных погребённых россыпных месторождения – Западное и Боруога.

Россыпь Западная на восточном склоне возвышенности (на акватории погребённой денудационной равнины) прослежена на 6 км. Россыпь двухпластовая. Нижний (приплотиковый) горизонт со средней мощностью 3.5 м представлен палеоценовой корой выветривания и полигенетическими, преимущественно прибрежно-морскими палеоцено-олигоценовыми отложениями, а верхний горизонт – плиоцен-нижнеплейстоценовыми прибрежно-морскими отложениями мощностью 0.4–8.0 м. На склоне возвышенности оба горизонта сливаются в единый пласт с увеличением мощности до 18 м.

Средняя мощность песков по месторождению 7.5 м, торфов – 20 м, среднее содержание олова: 1.1 кг/м³, запасы олова по категории C₂ 44 тыс. тонн.

Россыпь Боруога расположена также на акватории пролива Этерикан в пределах обширной прибрежной осушки. Россыпь погребённая, плащевая, однопластовая, залегает на поверхности пемпелена на глубине от 10 м до 20 м. Продуктивный пласт – прибрежно-морские плиоцен-нижнеплейстоценовые гравийно-галечные отложения средней мощностью 4.3 м. Среднее содержание олова по месторождению – 1.88 кг/м³; средний коэффициент вскрыши – 3.5. Прогнозные ресурсы, оценённые по категории P₁, составляют 39 тыс. тонн.



Касситерит в россыпях мелкий, основная масса (60 %) сосредоточена в классе 0.2–0.5 мм, средний размер зёрен касситерита 0.32 мм.

Чукотская оловоносная провинция

Россыпи олова в Чаунской губе (Певекский рудно-россыпной узел) Восточно-Сибирского моря в металлогеническом плане приурочены к акваторному флангу Валькумейского оловорудного месторождения касситерит-силикатной формации (рис. 3). Все россыпные тела расположены в пределах тектонического уступа, разделяющего сводово-купольное поднятие Певекского гранитоидного массива и Чаунской неотектонической депрессии. В генетическом плане выделяются делювиально-пролювиальные, аллювиальные, прибрежно-морские и техногенные образования (Лаломов, Таболич, 2009). Подсчёт запасов производился на выемочную мощность, которая изменяется от 2 м до 50 м (8.8 м в среднем) при среднем содержании олова 0.68 кг/м³. Промышленные запасы по категории С₁ совместно с прилегающей техногенной россыпью составляют 12.5 тыс. т. Забалансовые запасы (по горно-геологическим условиям эксплуатации глубже 50 м от уреза) составили 9.5 тыс. т. Прогнозные ресурсы оцениваются в 35 тыс. т при среднем содержании 0.7 кг/м³ (Смирнов и др., 2008).

Аллювиальные россыпные месторождения Куйвиевем-Пыркакайского рудно-россыпного района эксплуатировались более 50 лет и в настоящее время практически полностью выработаны.

Из поставленных на баланс запасов в последние годы наиболее крупной является россыпь долины р. Птичий-Омрелькай. В верхней части россыпь ложковая и русловая, в долине Омрелькай – погребённая, расположенная в слабовыражен-

Рис. 3. Валькумейский рудно-россыпной оловоносный узел.

I – рудные тела Валькумейского месторождения касситерит-силикатной формации, **II** – полигенная и полихронная россыпь олова типа тектонических уступов. **III** – техногенная россыпь олова – продукт сброса хвостов Валькумейской обогатительной фабрики (на снимке Google, 2013).

Fig. 3. Valkumey tin-bearing cluster.

I – primary tin cassiterite-silicate ores, **II** – polygenic and polychronous tin placer of tectonic ledge type, **III** – technogenic tin placer – tails of the Valkumey ore-dressing mill (Google image, 2013).

ном тальвеге палеодолины и перекрытая флювиогляциальными отложениями; мощность торфов до 20 м. Мощность пласта 3.5 м (от 0.8 до 5.6 м), содержание олова до 13 кг/м³, в среднем – около 600 г/м³, запасы 6272 т. Россыпь образована за счёт бедных минерализованных зон штокверковой типа касситерит-кварцевой формации.

Существенный рост мировых цен на олово, превысивший в конце 2016 г. 20 тыс. дол/т, определяет возможность возобновления добычи олова в арктическом регионе России на новом уровне технологии и организации горнопромышленных работ. При этом следует иметь в виду возможность последовательной отработки шельфовых месторождений одним плавучим добычным комплексом. Представляется целесообразным начать их освоение с месторождений Чаунской губы (с сохранившейся портовой инфраструктурой в г. Певек) с последующим освоением объектов на шельфе Новосибирских островов и в Ванькиной губе моря Лаптевых, с одновременными геологоразведочными работами в проливе Этерикан, обеспечивающими дальнейший прирост запасов олова (Гришаев, 2007).

Районы россыпей алмаза

В арктическом регионе России имеется крупная россыпная Анабаро-Оленёкская провинция и два потенциальных региона – Беломорский и Тимано-Уральский. Первичные источники алмазов – кимберлиты – известны далеко не везде, но, как правило, существуют промежуточные коллекторы алмаза в палеозойских, мезозойских и кайнозойских толщах.

На севере Анабаро-Оленёкской провинции находится Эбеляхский район с уникальными по масштабам аллювиальными россыпями алмазов. Промышленная алмазоносность р. Эбелях установлена

в продуктах переотложенных кор выветривания и в разновозрастных аллювиальных отложениях. Продуктивный пласт представлен валунно-галечными, гравийными и щебнистыми отложениями с суглинистым заполнителем. Наиболее алмазонасными являются участки долин в зонах неотектонических поднятий с сокращённой мощностью аллювия, а также в зонах развития карстующихся пород плотика. Образование россыпей происходило за счёт перемива промежуточных коллекторов неогенового возраста. В целом, Анабарский алмазонасный район содержит 64.2 % россыпных запасов и 53 % ресурсов России, в т.ч. в бассейне р. Эбелях 52.3 и 15.1 % соответственно (Граханов, 2006). Общие запасы алмазов россыпи р. Эбелях составляют 23.3 млн карат по категории C_1 и 2.8 млн карат по категории C_2 (Быховский, Спорыхина, 2013) при содержаниях 1–5 карат/м³.

В Анабаро-Хатангском районе известны обширные ореолы рассеяния пиропов, пикроильменита, хромдиоксида и россыпепроявления алмазов (обычно в сочетании с золотом), приуроченные к современным аллювиальным и пляжевым отложениям (Хатангский залив, побережье моря Лаптевых). Коренные источники алмазов неизвестны, промежуточными коллекторами являются базальные конгломераты палеозоя, мезозоя и раннего-среднего кайнозоя.

В Архангельской провинции выявлены коренные месторождения алмазов, но россыпи пока не обнаружены. Единичные зёрна алмазов и многочисленные ореолы рассеяния их спутников (пироп, хромшпинелиды, хромдиоксид) выявлены в современных прибрежно-морских и аллювиально-морских отложениях побережья и горла Белого моря.

В Канино-Тиманском районе известна девонская комплексная золото-алмазно-титановая россыпь, а также фиксируются многочисленные ореолы рассеяния спутников алмазов и находки единичных кристаллов в отложениях современного пляжа, приустьевых пойменных и террасовых образованиях. Основными источниками питания служат промежуточные коллекторы – терригенные толщи силура, девона и, возможно, триаса–юры.

Россыпи редких металлов

Редкометалльные россыпи представлены несколькими типами, распространенными в Кольской, Урало-Тиманской, Северо-Сибирской и Верхояно-Колымско-Чукотской провинциях.

С Кольской провинцией связана группа редких по генезису и минеральному составу лопаритовых россыпей, связанных с Ловозерским массивом нефелиновых сиенитов и расположенных по его периферии и в центральной котловине, занятой оз. Сейдозеро (Россыпные..., 1997). Их местоположение контролируется участками максимального вскрытия лопаритовых пород и локальными депрессиями коренного ложа. Слабонаклонные пластовые выдержанные залежи сложены толщей валунно-галечных отложений мощностью 5–72 м (в среднем 30 м). Основная масса лопарита концентрируется в глинистых песках класса $-1 + 0.14$ мм. Среднее содержание лопарита в этой залежи составляет 2.6 кг/м³. Подсчитанные ресурсы оцениваются в 400 тыс. т, что составляет приблизительно 10 % запасов Ловозерского ГОКа (Быховский, 2014). В лопарите ловозерских россыпей содержится, мас. %: Nb₂O₅ 8.3, Ta₂O₅ 0.67, TiO₂ 39.8, суммы TR₂O₃ 34.9, ThO₂ 0.6 (Иванова, 2002).

Уникальные ресурсы ниобия содержатся в редкоземельно-фосфатных рудах карбонатитового массива Томтор в Якутии. Уникально богата ниобием и редкими землями погребённая делювиально-озёрная россыпь мощностью 3–35 м и площадью 8 км², залегающая на коре выветривания (участок Буранный). Россыпь вдвое богаче самых богатых месторождений мира по ниобию (Араша, Бразилия) и редким землям (Маунтин-Пас, США). Разведанные и принятые на баланс запасы участка Буранный при бортовом содержании 3.5 мас. % Nb₂O₅ оценены в 1.2 млн т сухой руды с содержанием (мас. %): Nb₂O₅ 6.7; La₂O₃ 9.5; Y₂O₃ 0.6; TR₂O₃ 10.1; Sc₂O₃ 0.05. Прогнозные ресурсы по Буранному участку составляют 100 млн т руды по категории P₁ при содержании (мас. %): TR₂O₃ 8.2; Nb₂O₅ 1.5; Sc₂O₃ 0.05. Основной риск освоения Томторского месторождения связан с отсутствием рациональной технологии передела руд с получением товарных редкометалльных и редкоземельных продуктов (Быховский и др., 2014).

К новому потенциально промышленному типу относятся редкоземельно-золотые россыпи Куларского района на севере Якутии. Здесь в золотоносных песках аллювиального и техногенного генезиса установлено высокое содержание монацита 1.5–3 кг/м³, поступающего из терригенных углеродистых толщ карбона–перми; ресурсы монацита оцениваются в 40 тыс. т (Лунышин, 2011).

Титан-циркониевые россыпи

Хотя климатические обстановки арктического региона и гидродинамические условия осадочных бассейнов не благоприятны для образования современных редкометалльно-титановых россыпей, в регионе известны крупные, такие как Ичеть-Ю (являющаяся частью более крупной Пижемской россыпи), и гигантские (Ярега) ископаемые титановые россыпи девонского возраста на Тимане. В Западно-Сибирском регионе перспективными на выявление редкометалльно-титановых россыпей являются ниже- и среднекайнозойские отложения Зауральского россыпного района, промышленная металлоносность которого подтверждена в результате поисково-разведочных работ 2006–2010 гг. (Лаломов и др., 2010). В окрестностях г. Салехарда были установлены повышенные концентрации титан-циркониевых минералов. Содержание циркона в песках достигает 35.6 кг/м^3 при среднем 7.7 кг/м^3 , ильменита – до 125.9 кг/м^3 (среднее 36.6 кг/м^3); мощность продуктивного горизонта 5.6 м. Прогнозные ресурсы Салехардской площади по категории $P_1 + P_2$ составили: ZrO_2 146 тыс. т, TiO_2 – 969 тыс. т, что соответствует запасам среднего месторождения. Планируемые поисковые работы позволяют оценить параметры металлоносности, технологические свойства песков и экономическую целесообразность промышленного освоения месторождения (Постановление..., 2005).

Ископаемая мамонтовая кость

Россия является мировым монополистом по ресурсам и добыче ископаемой мамонтовой кости (ИМК) – бивней сибирского мамонта (*Mammuthus primigenius*), как и янтарь, относящихся к россыпным полезным ископаемым биогенного происхождения. На территории Республики Саха (Якутия) в пределах Североякутской костеносной провинции сосредоточено порядка 80–90 % ресурсов и осуществляется более 90 % добычи ИМК.

Проведённые исследования позволили оценить ресурсный потенциал ИМК в Североякутской провинции для суши в 184 тыс. т. Имевшиеся официальные данные по запасам и прогнозным ресурсам ИМК Северной Якутии, принятым на баланс ЦКЗ по состоянию на 1991 г. в размере менее 200 т и к настоящему времени давно выработанным, отражают лишь весьма незначительную часть ресурсного потенциала, оцениваемого в сотни тысяч

тонн. Только за прошедшие два десятилетия при массовой старательской добыче уже извлечено (собрано) порядка 500–600 т бивней.

Основные перспективы наращивания ресурсной базы ИМК связаны с новым направлением изучения и эксплуатации прогнозируемых морских россыпей ИМК на мелководье восточноарктических морей – в шельфовой части Североякутской костеносной провинции (Смирнов и др., 2008).

Перспективы развития минерально-сырьевой базы россыпных месторождений российской Арктики

На начальном этапе освоения арктического региона россыпи (в первую очередь это касается золота и олова Восточного сектора Арктики) составляли основу горнодобывающей промышленности. По мере истощения россыпных месторождений и открытия новых коренных объектов удельный вес россыпей в балансе запасов и добыче постоянно снижался. Доля россыпей в добыче в большинстве случаев превышает долю в балансе запасов, что показывает интерес производителей к этому типу месторождений (табл. 3).

До недавнего времени титановое и циркониевое сырьё на 98.5 % обеспечивалось за счёт импорта с Украины (из россыпного Малышевского месторождения). В мировом балансе 70 % титана, 95 % циркона и 100 % рутила добывается из современных и ископаемых прибрежно-морских россыпей.

Добыча олова в России практически прекращена как на россыпных, так и на коренных объектах. В 2012 г. было добыто только 311 т на Правоурмийском коренном месторождении (Хабаровский край) (Государственный..., 2013). В мире около 50 % олова добывается из россыпей.

Преобладание доли россыпей в балансе добычи над долей в балансе запасов объясняется тем, что россыпные месторождения часто являются более технологически доступными и рентабельными, требующими меньших капитальных затрат, особенно на начальном этапе освоения. Вложенные в разработку россыпей ассигнования окупаются за более короткий срок. Поэтому при освоении новых месторождений (или реанимации старых горнопромышленных районов, эксплуатация которых была остановлена в 90-е годы), россыпи могут являться первоочередными объектами, их отработка позволит экономически более плавно проходить этап первоначального вложения средств в эксплу-

Таблица 3

**Доля россыпей в запасах и добыче полезных ископаемых России
(Быховский, Спорыхина, 2013)**

Table 3

Ratio of placer deposits in mineral deposit resources of Russia (Bykhovsky, Sporykhina, 2013)

Вид сырья	Доля запасов категорий А+В+С ₁ в россыпях, %	Доля в общей добыче в 2012 г., %	Доля в общей добыче в 1989 г., %
Золото	13.8	23.7	~ 50
Платиноиды	0.3	4.5	~ 5
Алмазы	6.5	16.7	< 5
Титан	4.5	0.6	—
Цирконий	48.5	1.2	—
Олово	12.4	—	25.0
Вольфрам	0.73	3.2	0.5

атацию месторождений. Особенно это актуально для труднодоступных и удалённых районов Арктики, требующих крупных капитальных затрат на освоение новых горнопромышленных объектов.

Это определяет необходимость анализа минерально-сырьевой базы и технолого-экономических особенностей россыпных месторождений арктического региона. Здесь можно выделить три направления.

1) Исследование потенциала освоенных районов на нетрадиционные типы россыпей (техногенных, содержащих мелкие и тонкие классы тяжёлых минералов, а также попутные компоненты в традиционных россыпях). В этом направлении необходимо исследовать состав техногенных россыпей и процессы, происходящие в обстановках техногенеза (Наумов, 1994). Для россыпей, содержащих мелкие классы полезных минералов, необходима разработка рациональных схем гравитационного обогащения. Для месторождений, содержащих значительное количество тяжёлых минералов в сростках (например, оловянная россыпь Одинокая), рационально использовать предварительное дробление. В целом, целесообразно исследовать возможность применения рудных схем обогащения для отработки нетрадиционных россыпей. Для россыпей сложного состава (редкометалльно-золотая россыпь Кулара, золото-платиновые россыпи Таймыра, попутное золото алмазных, касситеритовых и титановых россыпей, и т.д.) необходимо изучение всех полезных компонентов с разработкой технологических схем их полного извлечения и технико-экономической оценкой этих объектов как комплексных месторождений.

2) Использование новых методов отработки традиционных россыпей, относящихся к забалансовым по горнотехническим условиям эксплуатации. Здесь необходимо исследование возможностей их отработки с использованием методов скважинной гидро-

добычи (СГД) для глубокозалегающих объектов и применение специализированных морских драг для эксплуатации месторождений на шельфе.

3) Поиск традиционных типов россыпей в малоисследованных районах. Принимая во внимание более чем полувековую историю исследования, поисков, разведки и эксплуатации россыпей арктического региона, выявление крупных первичных россыпных месторождений в освоенных горнопромышленных районах представляется маловероятным, хотя не исключается обнаружение новых россыпей под чехлом рыхлых отложений в пределах приморских равнин. Высоко оценивается россыпной потенциал малоисследованного Таймыро-Североземельского региона и о-ва Врангеля. Практически не изучена область арктического шельфа, где возможно выявление крупных прибрежно-морских и погребённых аллювиальных россыпных месторождений.

Заключение

Россыпные месторождения арктического региона России отрабатываются в течении 50–70 лет. Они представлены широким спектром минеральных и генетических типов россыпей. Многие из этих объектов к настоящему времени в значительной части выработаны, но оставшиеся ресурсы достигают масштабов крупных и средних месторождений. В первую очередь это относится к нетрадиционным типам россыпей – техногенным, содержащим мелкие и тонкие классы тяжёлых минералов, расположенным на шельфе, литифицированным и глубокозалегающим. Использование новых технологий добычи и обогащения (скважинной гидродобычи, морских драг, применение рудных схем обработки и т.д.) позволит нарастить запасы этих полезных ископаемых.

Несмотря на то, что в балансах руд на сегодняшний день преобладают коренные объекты,

россыпные месторождения часто являются более рентабельными и первоочередными, поэтому рационально включать их в общую схему отработки запасов на начальных этапах освоения новых (или реанимации старых) горнопромышленных районов.

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

Литература

- Бортников Н.С., Лобанов К.В., Волков А.В., Галямов А.Л., Мурашов К.Ю.** (2014) Арктические ресурсы золота в глобальной перспективе. *Арктика: экология и экономика*, (4), 28–37.
- Быховский Л.З.** (2014) Реальные, потенциальные и перспективные источники редкоземельного сырья в России. *Минеральные ресурсы России. Экономика и управление*, (4), 2–8.
- Быховский Л.З., Спорыхина Л.В.** (2013) Россыпные месторождения в сырьевой базе и добыче полезных ископаемых. *Минеральные ресурсы России. Экономика и управление*, (6), 6–17.
- Быховский Л.З., Котельников Е.И., Лихниченко Е.Г., Пикалов В.С.** (2014) Задачи дальнейшего изучения Томторского рудного поля с целью повышения его инвестиционной привлекательности. *Разведка и охрана недр*, (9), 20–25.
- Гавриленко Б.В., Евзеров В.Я., Митрофанов Ф.П., Казаков Н.В.** (1996) Итоги и перспективы изучения россыпей северо-восточной части Балтийского щита. *Литология и полезные ископаемые*, (3), 290–300.
- Государственный доклад «О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации за 2012». Олово (2013) М.: *Минерал*, 179–184. http://www.mineral.ru/Facts/russia/161/538/3_13_sn.pdf. (подтверждено 21.02.2017).
- Граханов С.А.** (2006) Россыпи алмазов северо-востока Сибирской платформы и их коренные источники. *Отечественная геология*, (5), 20–28.
- Гришаев С.И.** (2007) Российский рынок олова и его ближайшие перспективы. *Минеральные ресурсы России. Экономика и управление*, (4), 64–68.
- Иванова А.М.** (2002) Уникальные россыпи континентальных окраин России. *Российская Арктика: геологическая история, минерагения, геоэкология*. СПб: ВНИИОкеангеология, 810–814.
- Лаломов А.В., Таболич С.Э.** (2009) Прогнозирование динамики техногенных россыпей в береговой зоне моря на основе численного моделирования на примере Валькумейского месторождения. *Геология рудных месторождений*, **51**(3), 239–249.
- Лаломов А.В., Бочнева А.А., Чефранов Р.М., Трофимов В.А.** (2010) Литолого-фациальное районирование и титан-циркониевая металлоносность Мансийской и Северо-Сосьвинской площадей Зауральского россыпного района. *Литология и полезные ископаемые*, **45**(4), 370–382.
- Лаломов А.В., Бочнева А.А., Чефранов Р.М., Чефранова А.В.** (2015) Россыпные месторождения Арктической зоны России: современное состояние и пути развития минерально-сырьевой базы. *Арктика: экология и экономика*, (2), 66–77.
- Лаломов А.В., Чефранов Р.М., Чефранова А.В., Бочнева А.А.** (2016) Поисково-ориентированная геолого-генетическая модель оловянной россыпи «тектонических уступов» Арктической зоны Российской Федерации. *Арктика: экология и экономика*, (3), 76–85.
- Лунышин П.Д.** (2011) Золотые копи арктического Кулара. *Металлы Евразии*, (6). <http://www.miningexpo.ru/news/18988>
- Наумов В.А.** (1994) Особенности формирования и распределения благородных металлов в техногенных россыпях и отвалах Урала. *Известия высших учебных заведений. Горный журнал*, (8), 39–50.
- Постановление администрации ЯНАО от 28.12.2005 № 373-а об утверждении ведомственной целевой программы «Развитие минерально-сырьевой базы Ямало-Ненецкого автономного округа (2006–2008 гг)» <http://zakon-region.ru/2/5651/> (подтверждено 21.02.2017).
- Проскурнин В.Ф., Верниковский В.А., Метелкин Д.В.** (2014) Риолит-гранитная ассоциация Центрально-Таймырской зоны: свидетельство аккреционно-коллизийных событий в неопротерозойское время. *Геология и геофизика*, (1), 23–40.
- Россыпные месторождения России и других стран СНГ (1997) Отв. ред. Н.П. Лавёров, Н.Г. Патык-Кара. М.: Научный мир, 479 с.
- Самохвалова Е.Г.** Состояние минерально-сырьевой базы Таймырского автономного округа. http://www.kalenikov.ru/doog/seminar/material_046.htm (подтверждено 21.02.2017).
- Симонов О.Н., Афанасенков А.П., Самойлов А.Г., Сидоров И.И.** (1995) Минерально-сырьевая база Таймырского национального округа. *Недра Таймыра*. СПб.: ВСЕГЕИ, 5–33.
- Смирнов А.Н., Ушаков В.И., Крюков В.Д.** (2008) Резерв минерально-сырьевой базы олова на шельфах арктических морей России. *Минеральные ресурсы России. Экономика и управление*, (6), 15–21.
- Флёров И.Б., Эсаулов Ю.А., Сухорослов В.Л., Яблоков К.В., Бубис Ю.В.** (2005) Золотые россыпи Рывеема – объект для крупных инвестиций. Седьмая Международ. конфер. «Золотодобывающая промышленность России. Состояние и перспективы развития». <http://www.infogeo.ru/metalls/news/?act=show&news=9477#ixzz3FY0ARDxF> (подтверждено 24.04.2017).

References

- Bortnikov N.S., Lobanov K.V., Volkov V.A., Galyamov A.L., Murashov K.Yu.** (2014) [Arctic gold resources in global perspective]. *Arktika: ekologiya i ekonomika [Arctic: ecology and economy]*, (4), 28–37. (in Russian)
- Bykhovsky L.Z.** (2014) [Actual, potential and perspective sources of REE deposits in Russia]. *Mineral'nye resursy Rossii. Ekonomika i upravlenie [Mineral resources of Russia. Economic and management]*, (4), 2–8. (in Russian)
- Bykhovsky L.Z., Sporykhina L.V.** (2013) [Placer mineral deposits in mineral balance and mining]. *Mineral'nye resursy Rossii. Ekonomika i upravlenie [Mineral resources of Russia. Economic and management]*, (6), 6–17. (in Russian)
- Bykhovsky L.Z., Kotel'nikov E.I., Likhnikovich E.G., Pikalov V.S.** (2014) [The tasks of following research of Tomtor ore field for promotion of investment attraction]. *Razvedka i okhrana nedr [Prospecting and protection of subsurface resources]*, (9), 20–25. (in Russian)
- Gavrilenko B.V., Evzerov V.Y., Mitrofanov F.P., Kazakov N.V.** (1996) [Results and perspectives of the research of placer deposits of northeastern Baltic Shield]. *Litologiya i poleznye iskopaemye [Lithology and Mineral Resources]*, (3), 290–300. (in Russian)
- State report (2013) [About current conditions and using of mineral resources of Russian Federation in 2012. Tin]. Moscow, Info-mineral, 387 p. (in Russian).
- Grakhanov S.A.** (2006) [Diamond placer deposits of northeastern Siberian platform and their primary sources]. *Ottechestvennaya geologiya [Domestic Geology]*, (5), 20–28. (in Russian)
- Grishaev S.I.** (2007) [Tin market of Russia and immediate perspectives]. *Mineral'nye resursy Rossii. Ekonomika i upravlenie [Mineral resources of Russia. Economic and management]*, (4), 64–68. (in Russian)
- Ivanova A.M.** (2002) [Unique placer deposits of continental margins of Russia] *Rossiiskayay Arktika: geologicheskaya istoriya, minerageniya, geoekologiya [Russian Arctic: geological history, minerageny, ecology]*. St.-Petersburg, VNIIOkeangeologiya, 810–814. (in Russian)
- Lalomov, A. V., Tabolich, S. E.** (2009) Forecasting of technogenic placer dynamics in the shore zone of the sea on the basis of numerical modeling: The case of the Val'kumei deposit. *Geology of Ore Deposits*, **51**(3), 212–222.
- Lalomov, A.V., Bochneva, A.A., Chefranov, R.M., Trofimov V.A.** (2010) Lithofacies zoning and titanium-zirconium potential of the Mansi and North Sos'va areas, Transural placer region. *Lithology and Mineral Resources*, 2010, **45**(4), 330–340.
- Lalomov, A.V., Bochneva, A.A., Chefranov, R.M., Chefranova A.V.** (2015) [Placer deposits of Arctic zone of Russia: current state and ways of development of mineral resources] *Arktika: ekologiya i ekonomika [Arctic: ecology and economy]*, **51**(2), 66–77. (in Russian)
- Lalomov, A.V., Chefranov, R.M., Chefranova A.V., Bochneva, A.A.** (2016) [Prospecting orientated genetics-geological model of tin placer deposit of tectonic ledge type] *Arktika: ekologiya i ekonomika [Arctic: ecology and economy]*, (3), 76–85. (in Russian)
- Lunyashin P.D.** (2011) [Gold placer deposits of Arctic Kular] *Metally Evrazii [Metals of Eurasia]* (6), <http://www.miningexpo.ru/news/18988> (confirmed 24.04.2017) (in Russian)
- Naumov V.A.** (1994) [Features of formation and distribution of precious metals in technogenic placers and tailings of the Urals]. *Izvestiya visshikh uchbnykh zavedenii. Gornyi zhurnal [News of higher educational institutions. Mining journal]*, (8), 39–50. (in Russian)
- [The resolution of administration of YaNAO from 12/28/2005 No. of a 373 – about the approval of the departmental program «Development of mineral resources of the Yamalo-Nenets Autonomous Area (2006–2008)»]. Khanty-Mansiisk, YaNAO Government. <http://zakon-region.ru/2/5651/> (confirmed 21.02.2017). (in Russian)
- Proskurnin V.F., Vernikovskiy V.A., Metelkin D.V.** (2013) [The rhyolite-granite Association in the Central Taimyr zone: evidence of accretionary-collisional events in the Neoproterozoic time]. *Geologiya i Geofizika [Geology and Geophysics]*, **54**(1), 23–40. (in Russian)
- [Placer deposits of Russia and CIS countries]. (1997) Laverov N.P., Patyk-Kara N.G. Eds. Moscow, Nauchny Mir, 479 p. (in Russian)
- Samokhvalova E.G.** [Condition of mineral resources of Taymyr Autonomous Area.] http://www.kalenikov.ru/doog/seminar/material_046.htm (confirmed 21.02.2017). (in Russian)
- Simonov O.N., Afanasenkov A.P., Samoilov A.G., Sidorov I.I.** (1995). [Condition of mineral resources of Taymyr Autonomous Area.] *Nedra Taimyra [Subsurface resources of Taimyr]*. St.-Petersburg, VSEGEI, 5–33. (in Russian)
- Smirnov A.N., Ushakov V.I., Kriukov V.D.** (2008) [Mineral reserves of tin on the shelves of the Arctic seas of Russia] *Mineral'nye resursy Rossii. Ekonomika i upravlenie [Mineral resources of Russia. Economic and management]*, (6), 15–21. (in Russian)
- Flerov I.B., Esaulov Yu.A., Sukhoroslov V.L., Yablokov K.V., Bubis Yu.V.** (2005) [Gold placer deposits of Ryveem – an object for large investments.] Sed'maya Mezhdunarod. konfer. «Zolotodobyvaiuschaya promyshlennost' Rossii. Sostoyaniye i perspektivy razvitiya». [The seventh International Conference «Gold mining of Russia. State and prospects of development»]. <http://www.infogeo.ru/metalls/news/?act=show&news=9477#ixzz3FY0ARDxF> (confirmed 24.04.2017). (in Russian).

Поступила в редакцию 25 апреля 2017 г.