

МЕТАЛЛОНОСНЫЕ КОНГЛОМЕРАТЫ — ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ РОССЫПЕЙ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИИ

А. В. Волков, А. Л. Галямов, А. В. Лаломов, К. В. Лобанов, К. Ю. Мурашов
ФГБУН Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии
и геохимии РАН (Москва, Российская Федерация)

Статья поступила в редакцию 25 января 2021 г.

На примере четырех крупных регионов Арктической зоны России показано широкое развитие потенциально металлоносных конгломератов различного возраста, состава, стратиграфической и структурной позиции. Информация по металлоносности докембрийских конгломератов Кольского полуострова и Анабарского щита крайне ограничена. Металлоносность докембрийских конгломератов достаточно хорошо изучена только в Ветреном поясе на территории Архангельской области. Выявленные геохимические особенности отражают литологический и минеральный состав конгломератов. Ареалы палеозойских и мезозойских конгломератов в пределах Таймыро-Североземельской провинции и в Пекульней-Золотогорском районе Восточной Чукотки маркируются небольшими и средними по масштабу промышленными россыпями золота и платины, других стратегических минералов и их шлиховыми ореолами. Показаны перспективы развития минерально-сырьевой базы россыпных месторождений.

Ключевые слова: Арктика, металлоносные конгломераты, россыпи, золото, платина, прогноз.

Введение

Проблема металлоносности конгломератов со времен открытия Витватерсранда приобрела глобальный характер. С конгломератами связаны значительные концентрации золота, урана и других элементов. Они вмещают крупные и суперкрупные месторождения золота (Витватерсранд в ЮАР, Тарква в Гане) [1]. Суммарная добыча золота из конгломератов Витватерсранда превысила в 2013 г. 52 000 т (32% мировой добычи) [2]. В сравнительно небольших масштабах велась добыча золота из конгломератов Жакобина в Бразилии, Фортескью в Австралии, Мозан и Уиткик в Южной Африке. Докембрийские золотоносные конгломераты представляют большой промышленный интерес, так как именно в них встречаются максимальные из выявленных на Земле концентраций золота [1]. Золотоносные конгломераты Витватерсранда показаны на рис. 1.

Значительно меньше внимания металлоносные конгломераты заслужили как потенциальные вторичные (промежуточные) источники россыпей. Известно, что из четвертичных россыпей, сформировавшихся за счет архейских конгломератов Витватерсранда, было добыто всего около 50 т золота [1]. На территории северо-восточного Алжира источниками небольших россыпей золота (около 300 кг) служили выходы мощной палеозойской толщи слабозолотоносных конгломератов [3]. Примеры россыпных месторождений, связанных с металлоносными конгломератами, известны на всех континентах за исключением Антарктиды [1]. Таким образом, потенциально металлоносные конгломераты могут представлять собой прямой поисковый признак, указывающий на развитие в районе россыпных месторождений.

В Арктике россыпные месторождения привлекают внимание инвесторов прежде всего благодаря легкости освоения, простоте и дешевизне извлечения полезных минералов [4]. Условия залегания

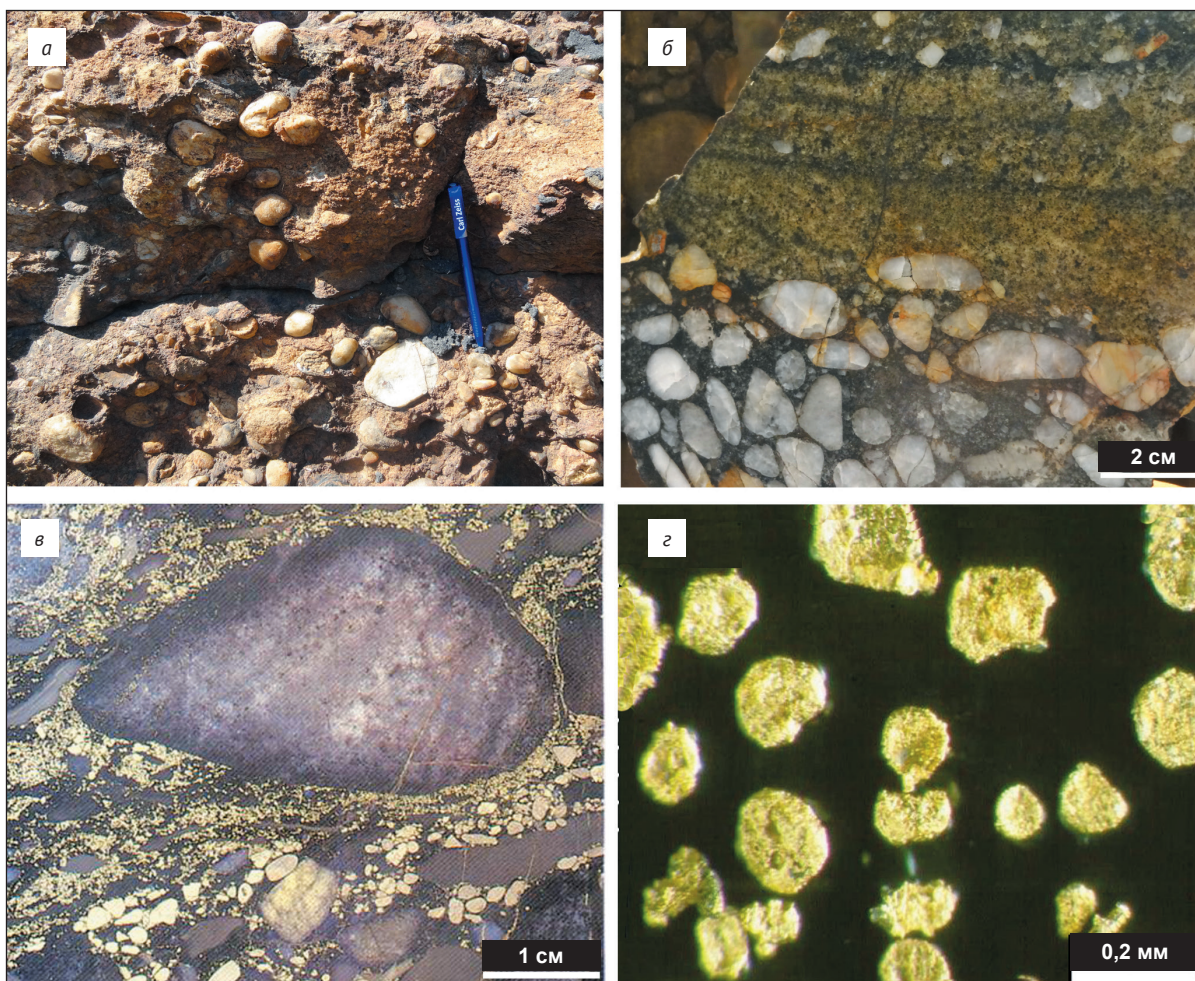


Рис. 1. Золотоносные конгломераты Витватерсранда: а — выход золотоносных конгломератов на поверхности (фото А. В. Лаломова), б — слоистая текстура и кварцевая галька конгломератов (фото А. В. Лаломова), в — пиритовая «картечь» в цементе конгломератов, г — окатанные зерна составляют 75% общего количества самородного золота в конгломератах [2]

Fig. 1. Auriferous conglomerates of the Witwatersrand: а — outcropping of auriferous conglomerates on the surface (photo A. V. Lalomov), б — layered texture and quartz pebble of conglomerates (photo A. V. Lalomov), в — pyrite “buckshot” in cement of conglomerates, г — rounded grains make up 75% of the total number of native gold in the conglomerates [2]

и простая морфология россыпей позволяют использовать при их отработке высокопроизводительные машины и механизмы, что также значительно снижает себестоимость получаемой продукции и выгодно отличает их от коренных месторождений. Все это позволяет рентабельно эксплуатировать россыпи с очень низким содержанием полезных компонентов. Высокая современная цена золота на мировом рынке, по данным Союза старателей России, позволяет в последние годы отрабатывать пески со средним содержанием золота 50 мг/м^3 . Поэтому россыпи — первоочередные объекты для инвестиций, особенно в труднодоступных и удаленных районах Арктики.

Цель статьи — проанализировать и обобщить известную информацию о металлоносных конгломератах Арктической зоны России и показать перспективы развития минерально-сырьевой базы россыпных месторождений в этом регионе.

Настоящая публикация продолжает серию статей, посвященных минеральным ресурсам Арктики, подготовленных в ходе проведения исследований в Институте геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН (ИГЕМ РАН).

Геодинамические обстановки формирования конгломератов

Конгломерат — сцементированный галечник: осадочная горная порода, которая состоит из окатанных (округлых или уплощенных) обломков — галек и из связующей массы — цемента и имеет однородную или слоистую конгломератовую текстуру (см. рис. 1). По размеру галек выделяются крупно- (5—10 см), средне- (2,5—5 см) и мелкогалечные (1—2,5 см) конгломераты. По составу галек они делятся на олигомиктовые (в гальках преимущественно две-три разновидности горных пород) и полимиктовые (разнообразие пород в гальках велико). Цемент бы-

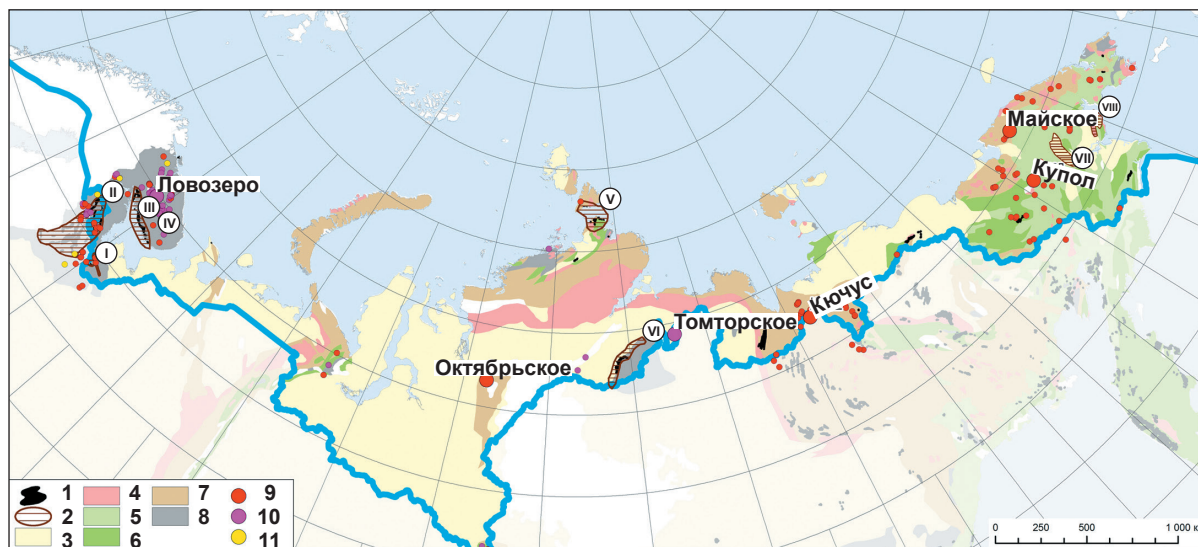


Рис. 2. Распространение потенциально металлоносных конгломератовых толщ и проявлений РЗЭ (редкоземельных элементов), Au и U в Арктической зоне России в формациях различных геодинамических обстановок (по материалам ВСЕГЕИ): 1 — конгломератовые толщи, 2 — ареалы конгломератов (I — Ветреного пояса, II — Онежско-Сегозерский, III—IV — Кольский аллохтон: III — Беломорский район, IV — район Малых Кейв, V — Челюскинский, VI — Котуйско-Фомичевский, VII — Пекульнейский, VIII — Золотогорский). Геодинамические обстановки развития формаций: 3 — платформенные; 4 — орогенные; 5 — активной континентальной окраины; 6 — островных дуг; 7 — пассивной окраины; 8 — метаморфические комплексы фундамента; 9—11 — месторождения: 9 — благородных, 10 — редких, 11 — радиоактивных металлов

Fig. 2. Distribution of potentially metalliferous conglomerate strata and occurrences of REE (rare-earth elements), Au, and U in the Russian Arctic in formations of various geodynamic settings (based on the VSEGEI materials): 1 — conglomerate strata; 2 — areas of conglomerates (I — Vetreny belt, II — Onega-Segozersky, III—IV — Kolsky allochthon: III — Belomorsky district, IV — Maly Keyv district, V — Chelyuskinsky, VI — Kotuiskio-Fomichevsky, VII — Pekulneysky, VIII — Zolotogorsky). Geodynamic conditions for the formation development: 3 — platform; 4 — orogenic; 5 — active continental margin; 6 — island arcs; 7 — passive margin; 8 — metamorphic base-ment complexes; 9—11 — deposits: 9 — noble metals, 10 — rare metals, 11 — radioactive metals

вает известковым, кремнистым, железистым, фос-
фатным, глинистым, песчанистым. Нередко цемент
представляет собой самостоятельную обломочную
породу: песчаник, суглинок, алевроит и т. д. Окраска
обычно неоднородная, пестрая [5].

Конгломераты образуются из галечников, прине-
сенных водой (речных или морских), и в большинстве
случаев содержат разнообразный по составу пород
обломочный материал. При далеком его переносе
вследствие разрушения более мягких компонентов
происходит отбор в пользу самых устойчивых пород,
таких как кварцит, гранит, известняк, амфиболит
или диабаз. Источниками обломочного материала
для всех конгломератов кроме кварцевых обычно
служили непосредственно вмещающие конгломе-
раты комплексы пород. Направления сноса инди-
видуальны для каждого горизонта конгломератов
и для разных по составу обломков. Дальность пере-
носа обычно незначительна. Обломочный же мате-
риал кварцевых конгломератов, перенесенный, по-
видимому, на более далекое расстояние, — резуль-
тат длительного и многократного переотложения [1].

Грубослоистые толщи конгломератов мощностью
до нескольких сотен метров образовались в пред-
горных и горных областях, где в соответствующие
периоды имели место значительные вертикальные
движения земной коры, сопровождавшиеся актив-

ным размывом суши горными потоками. Часто кон-
гломераты присутствуют в ледниковых отложениях.

Базальные конгломераты находятся в основании
толщи (свиты) осадочных пород, залегают с угловым
или параллельным несогласием на более древних
горных породах и сложены в основном их обломка-
ми. Внутрiformационные конгломераты залегают
в виде прослоев в отложениях единой осадочной
формы.

В геологической истории Земли конгломераты об-
разуются в континентальных и прибрежно-морских
обстановках (элювиально-делювиальных, пролю-
виально-делювиальных, аллювиальных, дельтовых,
пляжевых, периодически осушаемого берега и др.),
в узких прогибах и грабенах с корами выветривания
на орогенном этапе развития, а также в краевых
частях прогибов. Конгломераты накапливались от
архея до четвертичного периода, но по объему они
значительно уступают другим осадочным породам.
Пласты конгломератов достигают мощности более
1000 м [1].

Металлоносные конгломераты Арктической зоны России

В Арктической зоне России наиболее значимые
толщи конгломератов залегают среди интракратон-
ных докембрийских комплексов Балтийского и Ана-

барского щитов (рис. 2). Кроме того, они присутствуют среди более молодых осадочных толщ Таймыро-Североземельской провинции и северо-востока России, сформировавшихся в условиях активизированной континентальной окраины и наложенного орогенеза. Отмеченные ареалы развития мезозойских конгломератов маркируются небольшими и средними по масштабу промышленными россыпями золота и платины и других стратегических минералов, а также их шлиховыми ореолами. Следует отметить, что данные по металлоносности особенно докембрийских конгломератов Арктической зоны России крайне ограничены.

Конгломератовые толщи в пределах Балтийского щита относятся к архейскому, нижнепротерозойскому, раннерифейскому и вендскому времени формирования Кольского аллохтона, Ветреного пояса и Онежско-Сегозерской структуры (рис. 3). Большая часть последней находится за пределами Арктической зоны России (см. рис. 2).

Кольский полуостров. Конгломераты среди метаморфических толщ докембрия Кольского полуострова распространены довольно широко. Исследования протерозойских конгломератов Кольского полуострова позволили выяснить стратиграфическое и пространственное положение конгломератов, форму их тел и порядок мощностей конгломератовых тел, пачек и толщ, установить по составу обломков и заполняющего вещества разные типы конгломератов и их приуроченность к определенным стратиграфическим уровням, выявить наборы галек, характерные для конгломератов каждой свиты, определить возможные материнские породы и составить суждения об источниках сноса, путях и способах переноса обломочного материала, наметить эпохи континентальных перерывов в докембрийской истории Балтийского щита [6]. Однако металлоносность конгломератов не была изучена.

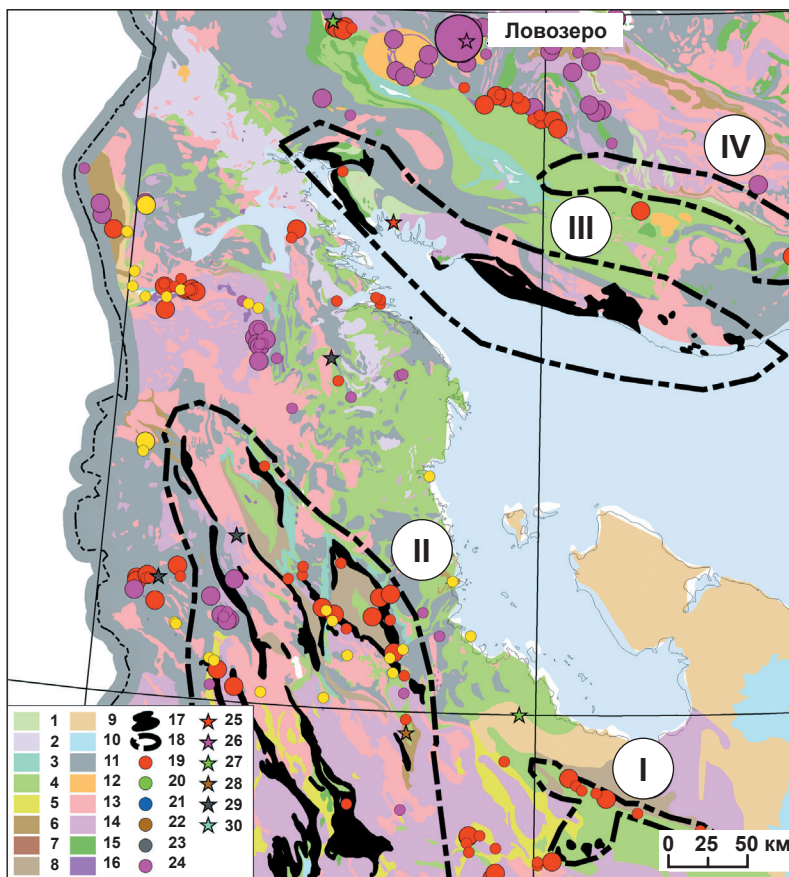


Рис. 3. Ареалы распространения конгломератов в пределах Балтийского щита по [6–9]: I – Ветренный пояс, II – Онежско-Сегозерская структура, III – Беломорский район, IV – район Малых Кейв. Стратифицированные формации: 1 – вулканогенные нерасчлененные, 2 – вулканогенные среднего состава, 3 – андезитовидные, 4 – базальтоидные, 5 – вулканогенно-осадочные, 6 – терригенные нерасчлененные, 7 – конгломераты, 8 – песчаники, 9 – глинистые, 10 – карбонатные, 11 – метаморфические. Магматические формации: 12 – щелочные гранитоиды, 13 – гранитоиды, 14 – диориты, 15 – габбро-диориты, 16 – ультрабазиты, 17 – конгломератовые толщи, 18 – ареалы распространения конгломератов. Месторождения и проявления: 19 – золота, 20 – меди, 21 – свинца и цинка, 22 – олова, вольфрама и других цветных металлов, 23 – черных, 24 – редких металлов. Россыпи и россыпные проявления: 25 – золота, 26 – редких металлов, 27 – медные, 28 – касситерита, 29 – титаномагнетита, 30 – алмазов и их сопутствующих минералов

Fig. 3. Distribution areas of conglomerates within the Baltic Shield according to [6–9]: I – Vetrovyy belt; II – Onega-Segozerskaya structure; III – Belomorsky district; IV – Malye Keyvi district. Stratified formations: 1 – volcanogenic undifferentiated, 2 – volcanogenic of medium composition, 3 – andesitoid, 4 – basaltoid, 5 – volcanogenic-sedimentary, 6 – terrigenous undifferentiated, 7 – conglomerates, 8 – sandstones, 9 – clay, 10 – carbonate, 11 – metamorphic. Igneous formations: 12 – alkaline granitoids, 13 – granitoids, 14 – diorites, 15 – gabbro-diorites, 16 – ultrabases, 17 – conglomerate strata, 18 – areas of the conglomerates distribution. Ore Deposits and occurrences: 19 – gold, 20 – copper, 21 – lead-zinc, 22 – tin, tungsten, other non-ferrous metals, 23 – ferrous, 24 – rare metals. Placers and placer occurrences: 25 – gold, 26 – rare metals, 27 – copper, 28 – cassiterite, 29 – titanomagnetite, 30 – diamonds and their accompanying minerals

Считается установленным фактом, что конгломератоносные провинции обладают в целом повышенными кларками золота и радиоактивных элементов [1]. В Кольском регионе фоновая золотоносность докембрийских осадочных и вулканических формаций достаточно хорошо изучена [7].

Высокая фоновая золотоносность установлена в районе накопления конгломератовых толщ Кольского аллохтона (рис. 3), связанных со

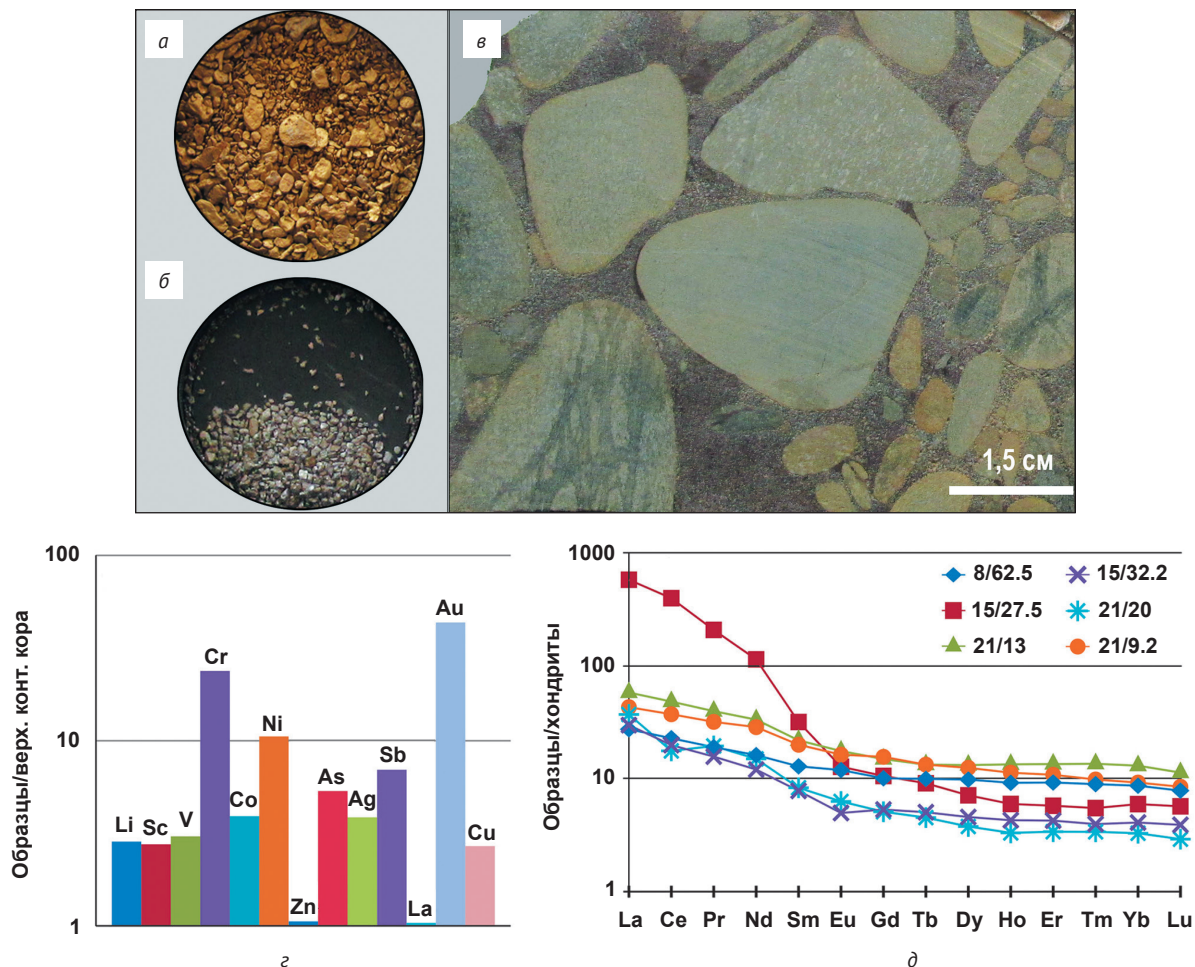


Рис. 4. Металлоносность вендских конгломератов Нименьгинской площади Ветреного пояса. Самородное золото (а) и платина (б) из четвертичной россыпи (фото К. В. Лобанова), в — металлоносные конгломераты (фото К. В. Лобанова). Распределение микроэлементов (г), нормированных по отношению к средним значениям для верхней коры [10], и РЗЭ (д), нормированных по хондритам [11] в конгломератах

Fig. 4. Metal content of the Vendian conglomerates in the Nimenginskaya area of the Vetreny Belt. Native gold (a) and platinum (b) from the Quaternary placer (photo K. V. Lobanov), v — metalliferous conglomerates (photo K. V. Lobanov). Distribution of trace elements (g) normalized to the average values for the upper crust [10] and REE (d) normalized to chondrites [11] in conglomerates

средне-позднерифейским временем формирования Беломорского интракратонного прогиба [8]. Они представлены оленецкой серией, которая залегает с угловым несогласием на архейских образованиях. В основании серии отмечается 40-метровая пачка крупно- и мелкогалечных конгломератов [8]. Кроме того, высокая фоновая золотоносность характерна для района Малых Кейв [7], где известны выходы кварцевых конгломератов романовской свиты [6; 8] (см. рис. 3). В этих районах металлоносность конгломератов в необходимо изучить первую очередь. Кроме того, в их пределах возможно выявление четвертичных россыпей самородного золота и платины, источником которых могли служить древние конгломераты.

Ветренный пояс. Структура Ветреного пояса приурочена к зоне сочленения Карельского и Беломорского мегаблоков фундамента в юго-восточной части Балтийского щита (см. рис. 3). Конгломератовые толщи здесь известны в составе вулканоген-

но-осадочных зеленосланцевых формаций нижнего протерозоя и базальных горизонтов венда, сосредоточенные вдоль северо-восточного склона кряжа Ветреный пояс [9]. В вендское время формирование базальных конгломератов связано с типичными платформенными условиями. Терригенные отложения венда с угловым несогласием залегают на метаморфическом основании архея и нижнего протерозоя. Отложения в основании представлены конгломератами и выше — глинами, аргилитами, алевролитами, песчаниками. Суммарная мощность венда достигает 230 м [9].

В пределах Нименьгинской площади металлоносные конгломераты выявлены в нижней толще редкинского горизонта, сложенной разнообразными конгломератами, конгломератобрекчиями, гравелитами и в меньшей степени разнозернистыми песчаниками. Среди конгломератов преобладают серо-, зеленовато-серо-темно-бурые, буро-коричневые галечно-щебневые (или существенно галечные)

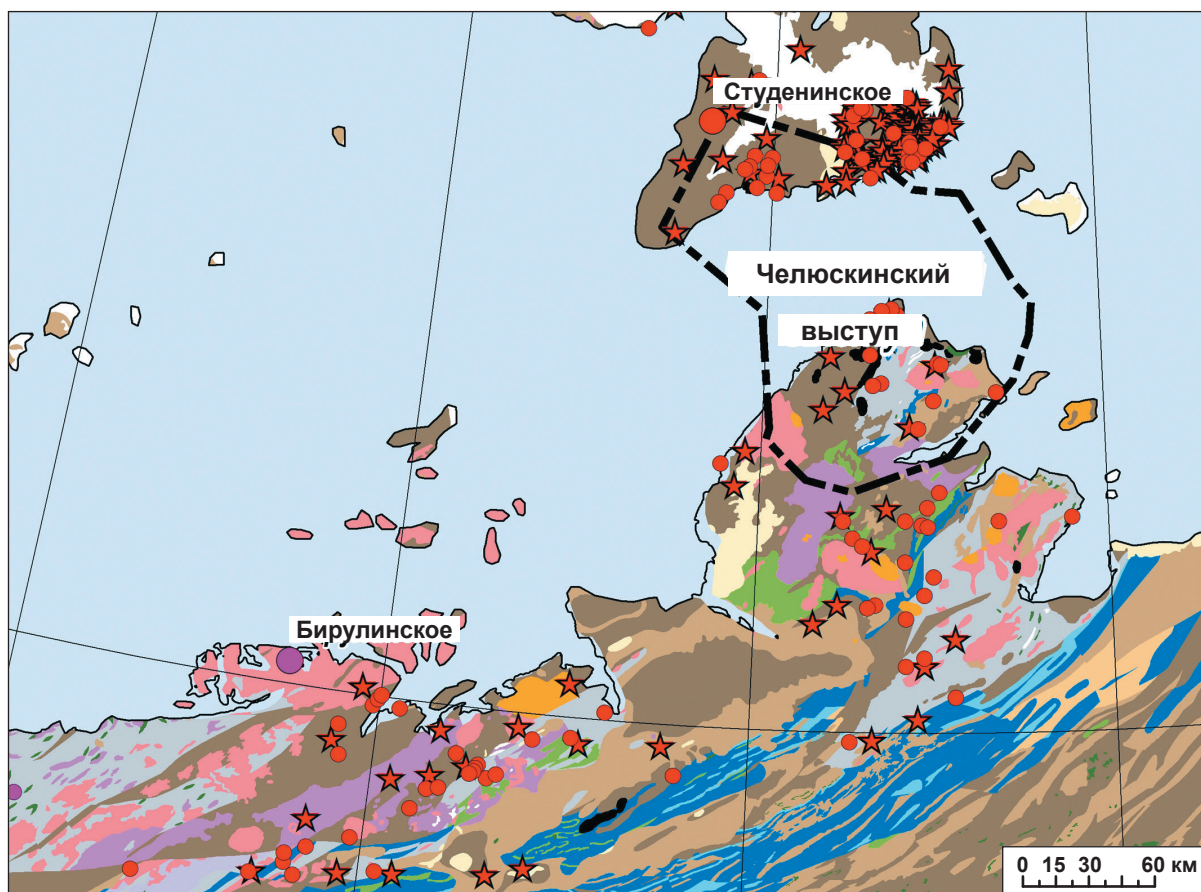


Рис. 5. Распространение конгломератовых толщ и проявлений Au и PЗЭ в Таймырском регионе по материалам ВСЕГЕИ [13]. Легенду см. на рис. 2 и 3

Fig. 5. Distribution of conglomerate strata and occurrences of Au and REE in the Taimyr region, based on the VSEGEI materials [13]. See the legend in Fig. 2 and 3

разности с глинисто-песчано-гравийным наполнителем (см. рис. 4а). Содержание крупнопсаммитовой и псефитовой фракций (более 1 мм) составляет от 20—30% до 65—70%; отмечено также наличие крупногалечных конгломератов с примесью валунов, а иногда и глыб (размером 1—6 м). В составе конгломератов доминируют (до 90—95%) метавулканисты Ветреного пояса, которым присуща в основном сероцветно-зеленоцветная окраска (см. рис. 4а). Обломки другого типа представлены кварцитами, микрокварцитами, жильным кварцем, гранитоидами, амфиболитами и метасоматитами. Наличие в цементе выделений окислов и гидроокислов железа свидетельствует об их наложенном характере.

В ИГЕМ РАН выполнено изучение химического состава Au-Pt-носных конгломератов методами рентгенофлуоресцентного анализа и ICP-MS XSeries. Отношение Au/Ag — в среднем 1:2. Конгломераты по сравнению с континентальной корой обогащены Au, Cr, Ni, Sb, Ag, Co, Sc, V, Li, PЗЭ. Коэффициенты обогащения варьируют от нескольких (Sb, Ag, Co, Sc, V, Li, PЗЭ) до десятков раз (Au, Cr, N) (рис. 4г). Сумма PЗЭ в конгломератах варьирует от 31 до 461 г/т и соответствует их составу. Легкие PЗЭ преобладают (рис. 4д). Конгломераты характеризуются пологими

близхондритовыми спектрами (рис. 4д). Выявленные геохимические особенности соответствуют литологическому и минеральному составу конгломератов.

Шлиховым опробованием и шурфами (ЗАО «Онегазолото») в четвертичных отложениях по долинам ручьев, дренирующих выходы венских конгломератов, установлены россыпные проявления с содержаниями золота до 1,2 г/м³ и платины до 0,08 г/м³ (рис. 4б и 4в). По результатам химического анализа (ЗАО «Онегазолото») золото высокопробное (970—980‰), платиноиды (Pt = 85,5%) содержат 7,8% железа, 2,7% иридия, 1,4% осмия, 1,0% родия, 0,34% палладия и 0,17% рутения. Прогнозные ресурсы категории P₃ для территории Архангельской области апробированы ФГУП ЦНИГРИ в объеме 7 т для россыпного золота четвертичных отложений Ветреного пояса [12].

В Таймыро-Североземельской металлогенической провинции металлоносные конгломераты широко распространены в пределах Челюскинского тектонического выступа и на острове Большевик (рис. 5). Установлена золотоносность позднепротерозойских, позднепалеозойских и раннеюрских конгломератов.

В метаморфизованных протерозойских конгломератах, содержащих гематит и пирит (бассейн реки

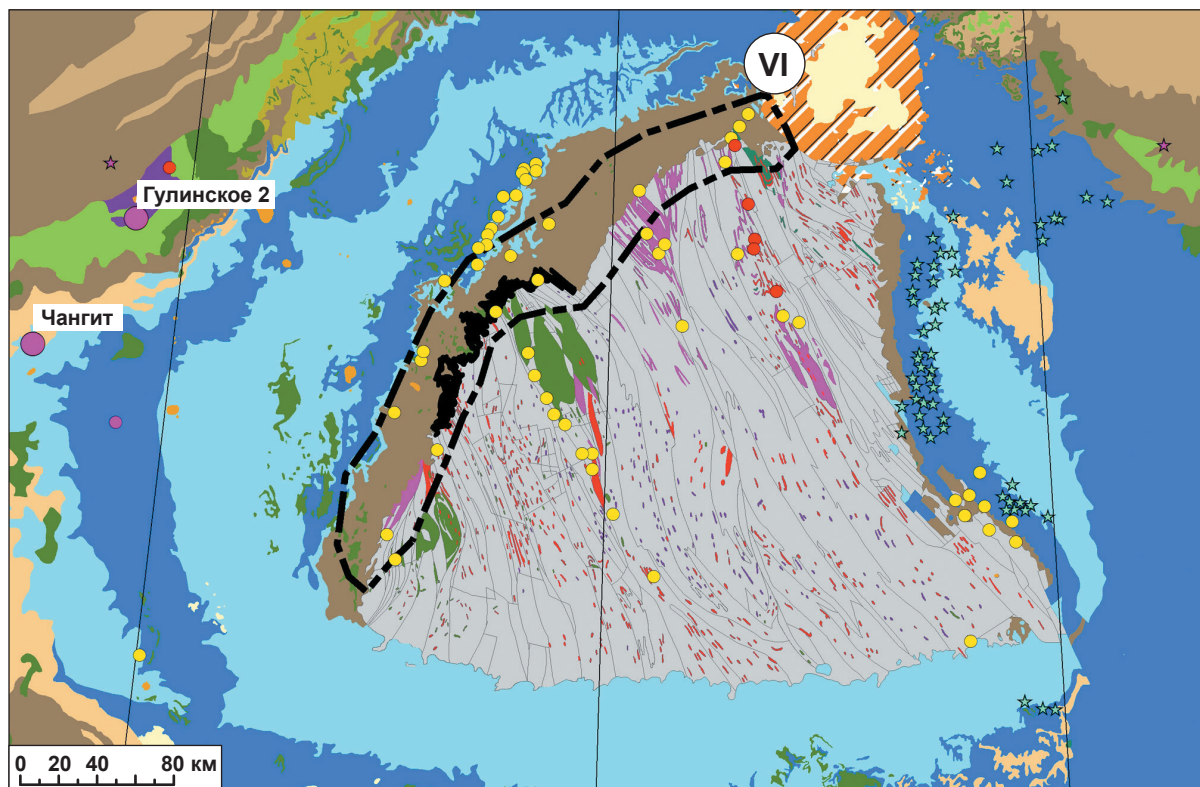


Рис. 6. Распространение конгломератовых толщ и проявлений РЗЭ, Au и U в Анабарском регионе [14]. Легенду см. на рис. 2 и 3
Fig. 6. Distribution of conglomerate strata and occurrences of REE, Au, and U in the Anabar region [14]. See the legend in Fig. 2 and 3

Продольной, гора Заборчик, озеро Омуть), концентрации золота достигают 0,2—2,3 г/т. В протоочках отмечены единичные мелкие знаки золота [13]. В верховье реки Тихой и в бассейне реки Становой в зоне трещиноватости, окварцевания и пиритизации конгломератов рифея установлены концентрации 1,0 и 1,2 г/т золота соответственно [13]. На севере острова Большевик, в 4 км севернее устья реки Сборной, базальные позднепалеозойские кварцевые конгломераты ахматовской толщи содержат мелкие частицы кластогенного золота. Среднее содержание золота, по данным промывки выветрелых разностей конгломератов и гравелитов, составляет 0,2 г/м³. Аналогичные конгломераты отмечены у западного края ледника Карпинского на острове Октябрьской Революции [13].

Наибольшее значение имеют раннеюрские конгломераты кунарской свиты (J1kn), за счет перемыва которых сформированы отдельные россыпи на полуострове Челюскин. Содержание золота в конгломератах достигает 2 г/т. Золото крупное (до 3—4 мм), морфологически отвечает типу выполнения полостей [13].

Кунарская свита с угловым и стратиграфическим несогласием залегает на различных горизонтах рифея и нижнего палеозоя либо на корях выветривания поздне триасового-раннеюрского возраста. Она выполняет изометричные, линейно-вытянутые палеодепрессии, ограниченные крутыми бортами,

сложенными вендскими-нижнепалеозойскими отложениями. Наиболее крупная депрессия прослежена на полуострове Челюскин от истоков реки Серебрянки до бухты Восточной и прослеживается по отдельным изолированным впадинам на расстояние более 60 км при ширине 1—3 км. Фрагменты аналогичных депрессий диаметром 1—2 км отмечены в низовьях рек Унги и Торы.

Свита представлена конгломератами, конгломерато-брекчиями, гравелитами, песчаниками и алевролитами либо рыхлыми разновидностями этих пород — галечниками, гравийниками, песками. Для свиты характерна значительная фациальная изменчивость как по разрезу, так и по латерали, что объясняется преимущественно аллювиальным и реже аллювиально-морским генезисом осадков. Мощность свиты колеблется от 9 до 40 м [13].

Анабарский щит. Формирование конгломератовых толщ северного склона Анабарского щита пришлось на средне-позднерифейское время, на этапе становления древнего осадочного чехла на фоне заложения крупных внутриконтинентальных рифтов, сопровождавшихся развитием базитового магматизма [14]. На ранних этапах ведущая роль в развитии принадлежит красноцветным грубообломочным и сероцветным конгломерат-гравелит-песчаниковым формациям.

Ильинская свита, включающая конгломераты, с резким угловым несогласием залегает на кристал-

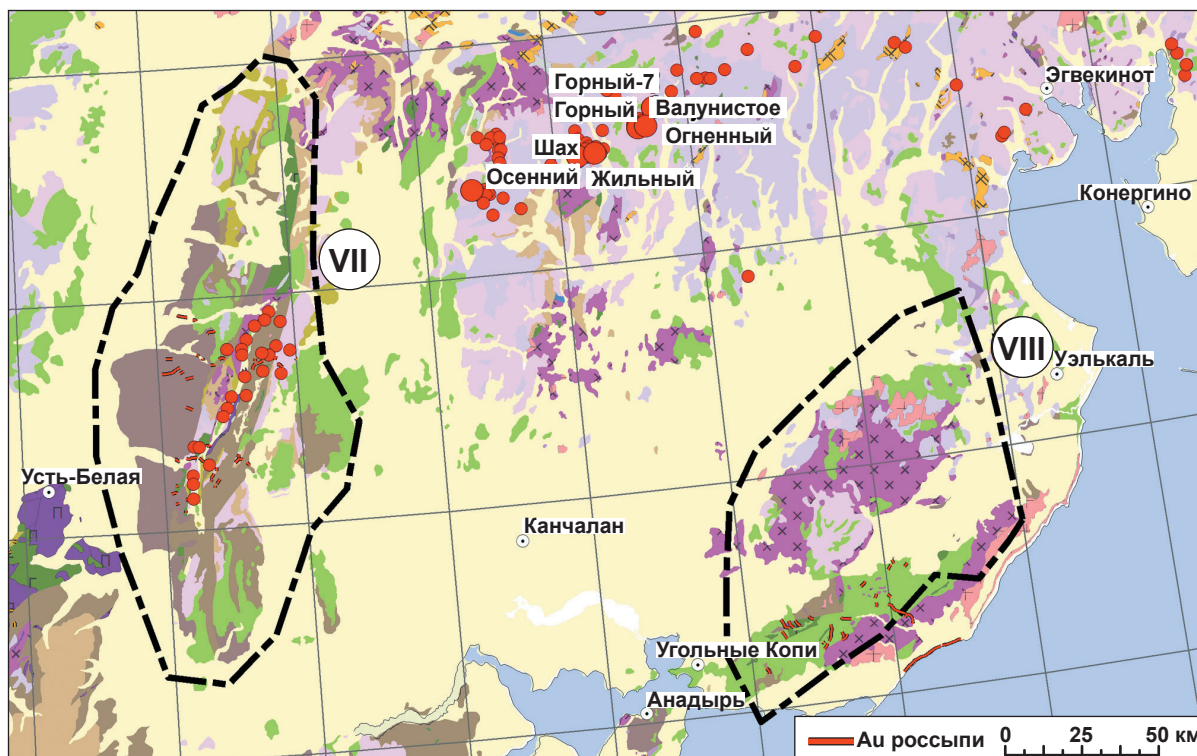


Рис. 7. Распространение конгломератовых толщ и проявлений Au в Пекульней-Золотогорском районе (по материалам ВСЕГЕИ [20]): VII — Пекульнейская площадь, VIII — Золотогорская площадь. Легенду см. на рис. 2 и 3

Fig. 7. Distribution of conglomerate strata and Au occurrences in the Pekulney-Zolotogorsky district (based on the VSEGEI materials [20]): VII — Pekulneyskaya area, VIII — Zolotogorskaya area. See the legend in Fig. 2 and 3

лических породах фундамента Анабарского щита, а на отдельных участках — на коре выветривания этих пород. Отложения свиты распространены на западном и северо-западном флангах щита в виде полосы шириной от 2—3 до 10—12 км (рис. 6). Мощность свиты в южном направлении варьирует от 40 до 240 м.

Отложения свиты разделяются на две подсвиты. В составе нижней подсвиты выделяются базальные слои, представленные грубой брекчией по коре выветривания, слои конглобрекций, состоящих из крупных полуокатанных обломков гнейсов, кристаллических сланцев, кварцитов, кремнистых пород. Конглобрекции перекрыты неравномернообломочными кварцевыми гравелитами с железисто-кварцево-каолиновым цементом, включающими линзы разнозернистых кварцевых песчаников. Выше залегают красноцветные кварцевые песчаники с подчиненными гравелитами и гравелитистыми песчаниками. Верхняя подсвита нацело сложена гравелитами, грубозернистыми гравелитистыми песчаниками с рассеянной в них галькой кварцитов, кварца, песчаников, кремнистых алевролитов и очень редко кристаллических сланцев, а также с редкими линзами и прослоями мелкогалечных конгломератов.

Рудоносность рифейских конгломератовых формаций Анабара изучена весьма слабо [15; 16]. Среди основных промышленных объектов Анабарского

региона можно выделить проявления алмазов, платины, золота, урана и редких металлов. Алмазы, самородное золото и платина широко распространены в россыпях бассейна реки Анабар, источники которых не установлены [17; 18]. Вместе с ними в шлихах отмечены минералы-спутники галенит, сфалерит, пирит и халькопирит. Коренными источниками считаются погребенные Pt-содержащие дунитовые интрузии [17]. Однако другим возможным источником золота и платины в россыпях, как показывает пример Ветреного пояса, вполне могут быть мощные толщи древних металлоносных конгломератов.

Пекульней-Золотогорский золото-россыпной район (Восточная Чукотка). Золотоносный россыпной район по результатам геолого-разведочных работ выделен в пределах Пекульнейско-Золотогорской палеоостроводужной системы на стыке структур Чукотки и Корякско-Камчатской области, которая разделяется на Пекульнейский и Золотогорский сегменты (рис. 7) [19].

В геологическом строении района в пределах Бельской впадины достаточно широко представлены разнообразные конгломераты юрско-раннемелового возраста, которые могли служить в качестве одного из источников многочисленных россыпей золота [20]. Конгломераты и гравелиты Пекульнейского сегмента присутствуют в составе вулканогенно-осадочных комплексов волжско-валанжинского

возраста. Залегают в основании мощной (до 800 м) базальтовой, андезибазальтовой и андезитовой толщи, где среди вулканитов локально встречаются прослои и пачки (до 30 м) вулканомиктовых и туфогенных конгломератов и гравелитов [20]. Конгломераты встречены также в верхних частях разреза и, видимо, являются пирокластическими или грязекаменными потоками. Выявленные в районе золотые россыпи относятся к аллювиальному типу, и две к — прибрежно-морскому [20].

Россыпи золота хребта Пекульней сосредоточены в его западной, южной и восточной частях (см. рис. 7). Всего разведано 37 россыпей, из которых 18 — малые месторождения, 12 из них уже отработаны. Пробность золота в россыпях колеблется от 847 до 889. На западе хребта, в пределах Бельской впадины, в качестве промежуточного коллектора предполагаются конгломераты бычинской и янранайской свит.

Россыпное золото хребта Золотой выявлено еще в начале прошлого века (см. рис. 7). С 1907 по 1940-е годы на наиболее богатом участке месторождения реки Первой Золотой, а также на реке Правой Колби велась хищническая добыча золота компаниями и старательскими артелями. В пределах Золотогорского поднятия выявлены 24 аллювиальные россыпи, 14 из которых числятся на балансе, остальные отработаны. Большинство промышленных россыпей сформировались за счет перемиыва линейных кор выветривания, образовавшихся в том числе и по выходам конгломератов в днищах современных водотоков [20].

Закключение

На примере четырех крупных регионов в статье показано широкое развитие потенциально металлоносных конгломератов различного возраста, состава, стратиграфической и структурной позиции в пределах Арктической зоны России. Отмечено, что информация по металлоносности докембрийских конгломератов Кольского полуострова и Анабарского щита крайне ограничена.

Конгломераты широко развиты среди метаморфических толщ докембрия Кольского полуострова. Проведены детальные исследования литолого-петрографического состава, стратиграфической и структурной позиции конгломератов [6]. Однако их металлоносность не была изучена. По причине высокой фоновой золотоносности два района Кольского полуострова (Беломорский и Малых Кейв) выделены в качестве первоочередных для изучения металлоносности докембрийских конгломератов, развитых в их пределах, и поиска россыпей.

Металлоносность докембрийских конгломератов в пределах Арктической зоны России достаточно хорошо изучена только в Ветреном поясе на территории Архангельской области и сопредельных районах Карелии. На Нименьгинской площади (Архангельская область) металлоносные конгломераты установлены в нижней толще редкинского горизонта вендского возраста и сопровождаются комплекс-

ными Au-Pt четвертичными россыпями. Выявленные геохимические особенности отражают литологический и минеральный состав конгломератов.

Рудоносность рифейских конгломератовых формаций Анабара изучена весьма слабо, минерализация в этих породах не установлена. Однако алмазы, самородное золото и платина широко распространены в россыпях бассейна реки Анабар. В качестве коренных источников этих россыпей предполагаются Pt-содержащие дунитовые интрузии, вероятно, погребенные под осадочным чехлом, мощностью около 40 м [17]. Мы полагаем, что другим возможным источником, как показывает пример Ветреного пояса, вполне могут быть мощные толщи древних металлоносных конгломератов.

Ареалы более молодых палеозойских и мезозойских конгломератов в пределах Таймыро-Североземельской провинции и в Пекульней-Золотогорском районе Восточной Чукотки маркируются небольшими и средними по масштабу промышленными россыпями золота и платины, других стратегических минералов и их шлиховыми ореолами.

Таким образом, потенциально металлоносные конгломераты — прямой поисковый признак, указывающий на развитие россыпных месторождений. Сочетание ареалов развития конгломератов с высокой фоновой и шлиховой золотоносностью позволяет выделить перспективные площади для поисковых работ на россыпи на территории Арктической зоны.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 18-05-70001 «Изучение геологических и геодинамических обстановок формирования крупных месторождений стратегических металлов Арктической зоны России: выводы для прогнозирования и поисков новых месторождений»).

Литература

1. Кренделев Ф. П. Металлоносные конгломераты мира. — Новосибирск: Наука, 1974. — 239 с.
2. Frimmel H. E. A Giant Mesoarchean Crustal Gold-Enrichment Episode: Possible Causes and Consequences for Exploration // Special Publication 18 / Society of Economic Geologists. — [S. l.], 2014. — P. 209—234.
3. Волков А. В. Аллювиальное золото Северо-Восточного Алжира // Важнейшие промышленные типы россыпей и месторождений кор выветривания, технология оценки и освоения: XI Международное совещание по геологии россыпей и месторождений кор выветривания. — М.: ИГЕМ РАН, 1997. — С. 57.
4. Лаломов А. В., Бочнева А. А., Чефранов Р. М., Чефранова А. В. Россыпные месторождения Арктической зоны России: современное состояние и пути развития минерально-сырьевой базы // Арктика: экология и экономика. — 2015. — № 2 (18). — С. 66—77.
5. Геологический словарь. — Т. 1. — М.: Недра, 1978. — 485 с.
6. Лунева О. И. Докембрийские конгломераты Кольского полуострова. — М.: Наука, 1977. — 220 с.

7. Гавриленко Б. В., Басалаев А. А., Предевский А. А. и др. Фоновая золотоносность докембрийских осадочных и вулканических формаций Кольского региона // Геохимия. — 1987. — № 10. — С. 1378—1385.
8. Астафьев Б. Ю., Богданов Ю. Б., Воинова О. А., Воинов А. С. Государственная геологическая карта Российской Федерации. — 1:1 000 000 (третье поколение). — Сер. Балтийская. — Л. Q-(35), 36. — Апатиты: Объясн. зап. — СПб.: Картогр. ф-ка ВСЕГЕИ, 2012. — 436 с.
9. Максимов А. В., Богданов Ю. Б., Воинова О. А., Коссовая О. Л. Государственная геологическая карта Российской Федерации. — 1:1 000 000 (третье поколение). — Сер. Балтийская. — Л. P-(35), 36. — Петрозаводск: Объясн. зап. — СПб.: Картогр. ф-ка ВСЕГЕИ, 2015. — 400 с.
10. Тейлор С. Р., Мак-Леннан С. М. Континентальная кора: ее состав и эволюция. — М.: Мир, 1988. — 384 с.
11. McDonough W. F., Sun S. S. The Composition of the Earth // Chemical Geology. — 1995. — Vol. 120. — P. 223—253.
12. Малютин Е. И., Широбоков В. Н. Минерально-сырьевые ресурсы Архангельской области // Минер. ресурсы России. Экономика и управление. — 2006. — № 4. — С. 3—10.
13. Качурина Н. В., Макарьев А. А., Макарьева Е. М. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. — 1:1 000 000 (третье поколение). — Сер. Северо-Карско-Баренцевоморская и Таймырско-Североземельская. — Л. T-45-48. — м. Челюскин: Объясн. зап. — СПб.: Картогр. ф-ка ВСЕГЕИ, 2013. — 568 с.
14. Липенков Г. В., Мащак М. С., Кириченко В. Т. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. — 1:1 000 000 (третье поколение). — Сер. Анабаро-Вилюйская. — Л. R-48. — Хантага: Объясн. зап. — СПб.: Картогр. ф-ка ВСЕГЕИ, 2015. — 398 с.
15. Кузнецов А. А. Геолого-прогнозно-минерагеническая модель и перспективы промышленной рудоносности Анабарского щита // Отч. геология. — 2008. — № 6. — С. 22—34.
16. Молчанов А. В., Князев В. Ю., Худoley А. К. Тектонофлюидитные зоны Анабарского щита и их рудоносность // Регион. геология и металлогения. — 2011. — № 47. — С. 96—106.
17. Округин А. В., Якубович О. В., Гедз А. М. и др. Минералого-геохимические типы и ^{190}Pt — ^4He -возраст железистой платины из россыпей бассейна р. Анабар (северо-восток Сибирской платформы) // Докл. Акад. наук. — 2019. — Т. 484, № 6. — С. 716—720. — URL: <https://doi.org/10.31857/S0869-56524846716-720>.
18. Толстов А. В. Перспективы золотоносности Анабарской антеклизы // Вестн. Госкомгеологии. — 2002. — № 1 (2). — С. 44—49.
19. Морозов О. Л. Геологическое строение и тектоническая эволюция Центральной Чукотки. — М.: ГЕОС, 2001. — 201 с.
20. Исаева Е. П., Звизда Т. В., Ушакова Д. Д. Государственная геологическая карта Российской Федерации. — 1:1 000 000 (третье поколение). — Сер. Чукотская. — Л. Q-60. — Анадырь: Объясн. зап. — СПб.: Картогр. ф-ка ВСЕГЕИ, 2016. — 341 с.

Информация об авторах

Волков Александр Владимирович, доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией, Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН (119017, Россия, Москва, Старомонетный пер., д. 35), e-mail: tma2105@mail.ru.

Галямов Андрей Львович, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН (119017, Россия, Москва, Старомонетный пер., д. 35), e-mail: a-galyamov@yandex.ru.

Лаломов Александр Валерьянович, доктор геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник, Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН (119017, Россия, Москва, Старомонетный пер., д. 35), e-mail: lalomov@mail.ru.

Лобанов Константин Валентинович, доктор геолого-минералогических наук, член-корреспондент РАН, главный научный сотрудник, Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН (119017, Россия, Москва, Старомонетный пер., д. 35), e-mail: lobanov@igem.ru.

Мурашов Константин Юрьевич, младший научный сотрудник, Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН (119017, Россия, Москва, Старомонетный пер., д. 35), e-mail: kostik.mur@mail.ru.

Библиографическое описание данной статьи

Волков А. В., Галямов А. Л., Лаломов А. В. и др. Металлоносные конгломераты — потенциальные источники россыпей в Арктической зоне России // Арктика: экология и экономика. — 2021. — Т. 11, № 2. — С. 232—243. — DOI: 10.25283/2223-4594-2021-2-232-243.

METALLIFEROUS CONGLOMERATES — POTENTIAL SOURCES OF PLACERS IN THE ARCTIC ZONE OF RUSSIA

Volkov, A. V., Galyamov, A. L., Lalomov, A. V., Lobanov, K. V., Murashov, K. Yu.

Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry RAS (Moscow, Russian Federation)

The article was received on 25 January, 2021

Abstract

Using the example of four large regions of the Arctic zone of Russia, the authors show the wide development of potentially metalliferous conglomerates of various ages, composition, stratigraphic and structural positions. Information on the metal content of the Precambrian conglomerates of the Kola Peninsula and the Anabar Shield is extremely limited. The metal content of the Precambrian conglomerates is well studied only in the Vetreny Belt in the Arkhangelsk Region. The revealed geochemical features reflect the lithological and mineral composition of the conglomerates. Small and medium-scale industrial placers of gold and platinum, other strategic minerals and their placers mark the areas of the Paleozoic and Mesozoic conglomerates within the Taimyr-Severozemelskaya Province and in the Pekulney-Zolotogorsky district of Eastern Chukotka. The authors indicate the prospects for the development of the mineral resource base of placer deposits.

Keywords: Arctic, metalliferous conglomerates, placers, gold, platinum, forecasting.

The Russian Foundation for Basic Research financially supported the research (Grant No. 18-05-70001 “Studying the geological and geodynamic conditions for the formation of large strategic metal deposits in the Arctic zone of Russia: conclusions for forecasting and prospecting for new deposits”).

Reference

1. Krendelev F. P. Metallonosnye conglomerates of the world. Novosibirsk, Nauka, 1974, 239 p. (In Russian).
2. Frimmel H. E. A Giant Mesoproterozoic Crustal Gold-Enrichment Episode: Possible Causes and Consequences for Exploration. Society of Economic Geologists, 2014, Special Publication 18, pp. 209—234.
3. Volkov A. V. Alluvial gold of North-Eastern Algeria. The most important industrial types of placers and weathering crusts deposits, technology of assessment and development. XI International Meeting on the geology of placers and deposits of weathering crusts. Moscow, IGM RAS, 1997, p. 57. (In Russian).
4. Lalomov A. V., Bochneva A. A., Chefranov R. M., Chefranova A. V. Placer deposits of the Arctic zone of Russia: the current state and ways of development of the mineral resource base. *Arktika: ekologiya i ekonomika* [Arctic: Ecology and Economy], 2015, no. 2 (18), pp. 66—77. (In Russian).
5. Geological dictionary. Vol. 1. Moscow, Nedra, 1978, 485 p. (In Russian).
6. Luneva O. I. Precambrian conglomerates of the Kola Peninsula. Moscow, Nauka, 1977, 220 p. (In Russian).
7. Gavrilenko B. V., Basalae A. A., Predovsky A. A., Belolipetsky A. P., Bolotov V. I., Melezhik V. A., Fedotov Zh. A., Kozlov N. E. Background gold content of Precambrian sedimentary and volcanic formations of the Kola region. *Geochemistry*, 1987, no. 10, pp. 1378—1385. (In Russian).
8. Astafyev B. Yu., Bogdanov Yu. B., Voinova O. A., Voinov A. S. State geological map of the Russian Federation. 1:1,000,000 (third generation). The Baltic Series. Sheet Q-(35), 36 — Apatites. An explanatory Memorandum. St. Petersburg, Cartographic factory VSEGEI, 2012, 436 p. (In Russian).
9. Maksimov A. V., Bogdanov Yu. B., Voinova O. A., Kossova O. L. State geological map of the Russian Federation. 1: 1,000,000 (third generation). Series Of The Baltic. Sheet P-(35), 36-Petrozavodsk. An explanatory Memorandum. St. Petersburg, Cartographic factory VSEGEI, 2015, 400 p. (In Russian).
10. Taylor S. R., McLennan S. M. Continental crust: its composition and evolution. Moscow, Mir, 1988, 384 p. (In Russian).
11. McDonough W. F., Sun S. S. The Composition of the Earth. *Chemical Geology*, 1995, vol. 120, pp. 223—253.
12. Malyutin E. I., Shirobokov V. N. Mineralno-raw materials resources of the Arkhangelsk region. *Mineral Resources of Russia. Economics and Management*, 2006, no. 4, pp. 3—10. (In Russian).
13. Kachurina N. V., Makariev A. A., Makarieva E. M., Gavrilish A. V., Orlov V. V., Sakharov A. A., Dymov V. A., Kozlov S. A. State geological map of the Russian Federation. 1:1,000,000 (third generation). A series of North-Kara-Barents Sea and the Taimyr-Severozemelskaya. Sheet T-45-48 — m. Chelyuskin. An explanatory Memorandum. St. Petersburg, Cartographic factory VSEGEI, 2013, 568 p. (In Russian).
14. Lipenkov G. V., Mashchak M. S., Kirichenko V. T., Larichev A. I. State Geological Map of the Russian Federation. 1:1,000,000 (third generation). Anabar-Vilyuiskaya series. Sheet R-48 — Khatanga. An explanatory Memorandum. St. Petersburg, Cartographic factory VSEGEI, 2015, 398 p. (In Russian).

15. Kuznetsov A. A. Geological-forecast-mineragenic model and prospects of industrial ore-bearing capacity of the Anabar shield. *Otech. Geology*, 2008, no. 6, pp. 22—34. (In Russian).
16. Molchanov A. V., Knyazev V. Yu., Khudolei A. K. Tectonofluidite zones of the Anabar Shield and their ore content. *Regional Geology and Metallogeny*, 2011, no. 47, pp. 96—106. (In Russian).
17. Okrugin A. V., Yakubovich O. V., Gedz M. A., Zemnukhov A. L., Ivanov P. O. Mineralogical-geochemical types and ^{190}Pt — ^4He -age of ferroan platinum of placers of the of the Anabar river basin, northeastern part of the Siberian platform. *Doklady Rossiiskoi Akademii Nauk. Nauki o Zemle*, 2019, vol. 484, no. 6, pp. 716—720. Available at: <https://doi.org/10.31857/S0869-56524846716-720>. (In Russian).
18. Tolstov A. V. Prospects for the gold content of the Anabar anteklise. *Bull. of the State Committee of Geology*, 2002, no. 1 (2), pp. 44—49. (In Russian).
19. Morozov O. L. Geological structure and tectonic evolution of Central Chukotka. Moscow, GEOS, 2001, 201 p. (In Russian).
20. Isaeva E. P., Zvizda T. V., Ushakova D. D. State geological map of the Russian Federation. 1:1,000,000 (third generation). A Series Of Chukotka. Sheet Q-60 — Anadyr. An explanatory Memorandum. St. Petersburg, Cartographic factory VSEGEI, 2016, 341 p. (In Russian).

Information about the authors

Volkov, Alexander Vladimirovich, Doctor of Geology and Mineralogy, Chief Researcher, Head of the Laboratory, Institute of Ore Deposit Geology, Petrography, Mineralogy and Geochemistry of RAS (35 Staromonetny Lane, Moscow, 119017, Russia), e-mail: tma2105@mail.ru.

Galyamov, Andrey Lvovich, PhD of Geology and Mineralogy, Senior Researcher, Institute of Ore Deposit Geology, Petrography, Mineralogy and Geochemistry of RAS (35 Staromonetny Lane, Moscow, 119017, Russia), e-mail: a-galyamov@yandex.ru.

Lalomov, Alexander Vladimirovich, Doctor of Geology and Mineralogy, Leading Researcher, Institute of Ore Deposit Geology, Petrography, Mineralogy and Geochemistry of RAS (35 Staromonetny Lane, Moscow, 119017, Russia), e-mail: lalomov@mail.ru.

Lobanov, Konstantin Valentinovich, Doctor of Geology and Mineralogy, Corresponding Member of RAS, Chief Researcher, Institute of Ore Deposit Geology, Petrography, Mineralogy and Geochemistry of RAS (35 Staromonetny Lane, Moscow, 119017, Russia), e-mail: lobanov@igem.ru.

Murashov, Konstantin Yuryevich, Junior Researcher, Institute of Ore Deposit Geology, Petrography, Mineralogy and Geochemistry of RAS (35 Staromonetny Lane, Moscow, 119017, Russia), e-mail: kostik.mur@mail.ru.

Bibliographic description of the article

Volkov, A. V., Galyamov, A. L., Lalomov, A. V., Lobanov, K. V., Murashov K. Yu. Metalliferous conglomerates — potential sources of placers in the Arctic zone of Russia. *Arktika: ekologiya i ekonomika*. [Arctic: Ecology and Economy], 2021, vol. 11, no. 2, pp. 232—243. DOI: 10.25283/2223-4594-2021-2-232-243.

© Volkov A. V., Galyamov A. L., Lalomov A. V., Lobanov K. V., Murashov K. Yu., 2021