

МИНЕРАГЕНИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ И ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ АНАБАРСКОГО ЩИТА И ЕГО СКЛОНОВ

На основе геологических, возрастных и структурных критериев, контролирующих закономерности размещения полезных ископаемых, проведено минерагеническое районирование и кратко охарактеризована металлогения территории Анабарского щита и его склонов, включающая 4 минерагенические эпохи: позднеархейско-раннепротерозойскую, рифейско-раннепалеозойскую, среднепалеозойско-палеогеновую и неоген-четвертичную. Показано, что Анабарский регион представлен широким спектром полезных ископаемых, многие из которых обладают крупными геологическими запасами. Особо заслуживают внимания проявления и месторождения алмазов, железных руд, глиноземистого и абразивного сырья, золота, урана, редкометалльных и редкоземельных элементов.






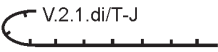



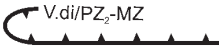

On the basis of geological, age and structural criteria controlling regularities of distribution of minerals there was done mineragenetic zonation and metallogeny of the territory of Anabar shield and its slopes including 4 mineragenetic epoches: Late Archean–Early Proterozoic, Riphean–Paleozoic, Middle-Paleozoic and Neogene–Quaternary was briefly described. It was shown that Anabar region had wide spectrum of commercial minerals, many of which have large geological reserves. Manifestation and deposits of diamonds, iron ores, aluminiferous and abrasive raw materials, gold, uranium, rare metal and rare earth elements are worthy of note.

Анабарский щит располагается на крайнем севере Сибирской платформы. Он представляет собой куполовидное поднятие сводовой части Анабарской антеклизы, сложенное глубоко эродированными древнейшими сооружениями кристаллического фундамента платформы. Исследованиями М. И. Рабкина, А. Н. Вишневого, А. А. Каденского, Б. Г. Лутца, Б. Г. Лопатина и др. установлено, что главными структурными элементами Анабарского щита являются блоки пород гранулитовой фации (Маганский, Далдынский, Хапчанский), разделенные зонами диафтореза, главным образом в условиях амфиболитовой фации. На востоке, севере и западе выходы кристаллических пород перекрываются терригенными и карбонатными отложениями рифея, венда и кембрия, а на юге — венда и кембрия. Лишь на крайнем северо-востоке и северо-западе отложения кембрия скрыты под эффузивно-осадочными образованиями перми и триаса и терригенными — юры. Максимальные мощности пород осадочного чехла в пределах рассматриваемой площади Анабарского региона не превышают 1,5 км.

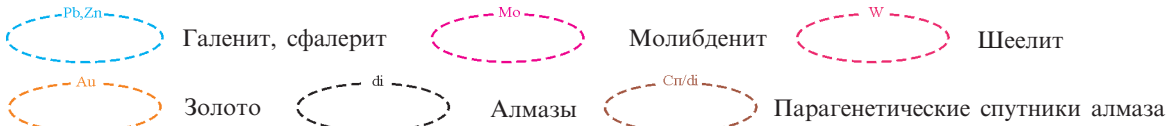
Анабарский регион характеризуется разнообразными полезными ископаемыми. Восточная часть его охватывает северо-западную окраину Якутской алмазосной провинции, в пределах которой размещается крупная промышленная россыпь кимберлитовых алмазов р. Эбелях. На

севере региона располагается Попигайский метеоритный кратер с крупными коренными и россыпными месторождениями импактных алмазов. На западном обрамлении щита находятся месторождения Ыраас и Маган с крупными запасами апатита, магнетита, титаномagnetитовых руд и флогопита. Основную центральную часть региона занимает Анабарский щит, являющийся одним из наименее изученных раннекембрийских объектов. Ни одно из месторождений полезных ископаемых в его пределах пока не разведано и не разрабатывается. Вместе с тем, здесь обнаружены перспективные проявления железа, меди, никеля, графита, золота, платины, высокоглиноземистого сырья, урана, редкоземельные и редкометалльные проявления. Определенные перспективы представляют стратиформные проявления свинца, цинка, меди в отложениях рифея, венда и кембрия в непосредственном окружении кристаллического щита.

Минерагеническое районирование рассматриваемого региона проведено исходя из геологических, возрастных и структурных его особенностей, контролирующих закономерности размещения тех или иных полезных ископаемых. При этом учитывалась преемственность выделения и названия подразделений, оконтуренных ранее (рисунок). В основу районирования положены материалы изданных карт полистных геологических съемок масштаба 1:200 000, геологи-

	Усть-Ильинская ураноносная рифейская минерагеническая зона		Оленёкская алмазоносная среднепалеозойская минерагеническая субпровинция
	Куонамская ураноносная раннекембрийская минерагеническая зона		Анабаро-Оленёкская алмазоносная мезозойская минерагеническая субпровинция
	Маймеча-Котуйская редкоземельно-глинозем-железорудная триасовая минерагеническая провинция		Куонамско-Оленёкская алмазоносная триас-юрская минерагеническая область
	Ыраас-Маганский апатит-глинозем-железорудный район		Кимберлитовые и карбонатитовые алмазоносные поля: 1 Орто-Ыаргинское, 2 Старореченское (Нижнекуонамское), 3 Ары-Мастахское, 4 Верхнекуонамское, 5 Дюкенское, 6 Биригиндинское, 7 Лучаканское, 8 Куранахское
	Немакитский хризолит-флогопит-редкометалльный рудный узел		
	Якутская алмазоносная среднепалеозойско-мезозойская минерагеническая провинция		Попигайская палеогеновая минерагеническая область импактных алмазов

Шлиховые ореолы



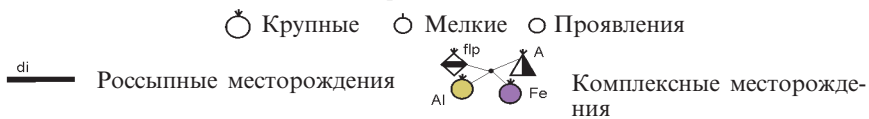
Металлометрические ореолы



Полезные ископаемые

- Fe Железо ● Cu,Ni Медь, никель ● Mo Молибден ● Al Алюминий
- TR Редкие земли ● Nb Ниобий ● Au Золото ● U Уран
- ▲ A Апатит ▴ gr Абразив (гранат) ◆ mu Мусковит ◆ flp Флогопит ◆ gr Графит
- ★ di Алмазы ★ di Алмазы импактные ★ chr Хризолиты
- ★ Единичные находки алмазов

Месторождения



Месторождения меди, никеля: 27 Котуйканское; импактных алмазов: 1 Ударное, 2 Скальное, 3 россыпь Догойская; комплексные месторождения и рудопроявления: 22 Маган, 23 Ыраас, 4 Немакит; проявления железа: 29 Килегирское, 34 Хатырык; меди, никеля, кобальта: 41 Токурское, 48 Будьурхайское, 51 Далдыкан, 52 Харапское; золота: 6 Сюрюнгинское, 7 Налим-Рассохинское, 8 Кизнгское, 9 Ченгелех, 10 Кыллахское; урана: 5 Баалыга-Суох; граната: 31 Северное, 32 Центральное, 35 Южное; кимберлитовых алмазов: 53 Малокуонамское, 14 россыпь Эбеляхская

ческой и карты полезных ископаемых масштаба 1: 000 000 листа R-48-(50) — Оленёк и объяснительной записки к ней [6, 11, 12], а также материалы многочисленных научно-исследовательских работ [1, 2, 14, 16, 17, 19, 23 и др.]. На основе анализа этих исследований выделены четыре минерагенические эпохи: позднеархейско-раннепротерозойская, рифейско-раннепалеозойская, среднепалеозойско-палеогеновая и неоген-четвертичная.

Позднеархейско-раннепротерозойская минерагеническая эпоха. С этой эпохой связывается минерагения *Анабарской редкоземельно-полиметаллической, железорудной позднеархейско-раннепротерозойской минерагенической провинции* (I.TR,Cu,Fe/AR₂-PR₁). Принято считать, что Анабарский щит представляет собой единую Анабарскую минерагеническую провинцию, сформировавшуюся в течение двух металлогенических циклов: позднеархейского и раннепротерозойского [2, 14, 24, 26 и др.]. К позднеархейскому отнесены Центрально-Анабарская, Маганская и Хапчанская минерагенические области с соответствующими структурно-вещественными комплексами. Раннепротерозойский металлогенический цикл был связан с этапом завершения формирования земной коры и проявился в возникновении линейных зон повторного метаморфизма и гранитизации. Эти зоны рассматриваются как проницаемые и разделяющие Анабарскую минерагеническую провинцию на ряд блоков. Они соответствуют структурно-металлогеническим зонам с характерными чертами магматизма и метаморфизма. С запада на восток выделяются Чурбукулахская, Ламуйкская, Котуйкан-Монхолинская, Северо-Ченгелехская, Харапкан и Салтах-Билляхская минерагенические зоны.

Маганская графит-глиноземистая позднеархейская минерагеническая область (I.1.gp,Al/AR₂) соответствует Маганскому выступу метаморфических комплексов верхнеанабарской и хапчанской серий протоконтинентальной коры и характеризуется проявлениями протометаморфического класса, представленными графитом, силлиманитом и гранатом. Поисковый интерес представляет ряд проявлений **графита** на междуречье истоков рр. Илья и Бол. Куонамка, где среди биотит-гранатовых гнейсов выделяются слои мощностью 3–5 м и протяженностью до 5 км с содержанием чешуй графита до 10–15 % (проявление 37). К **глиноземистым** проявлениям относятся силлиманит-гранатовые гнейсы левобережья истоков р. Бол. Куонамка, включающие пачки гнейсов мощностью 100–300 м и протяженностью 1,5–3,0 км с содержанием силлиманита 15–25 %. С магнетит-кварц-двупироксеновыми кристаллическими сланцами этой же серии связаны проявления магнетитовых руд, образующих пачки линзовидных тел мощностью до 50 м и протяженностью до 4 км с содержанием железа 15–60 %. Имеются проявления

флогопита метаморфогенно-метасоматического генезиса, проявления апатитоносных мраморов и гнейсов, представляющих источники **фосфорного сырья**, а также проявления **редких земель** с содержанием элементов цериевой группы в ортит-мусковитовых пегматитах в бассейне р. Чуостаах-Маган.

Центрально-Анабарская глинозем-железорудная позднеархейская минерагеническая область (I.2.Al,Fe/AR₂) соответствует мобильной зоне ранних архейд и отвечает полям развития анабарского гранулитового комплекса — далдынской и анабарской сериям. Проявления и месторождения этой области принадлежат к различным классам метаморфогенного типа, основную группу которых составляют объекты железорудного и высокоглиноземистого сырья. **Железорудные** проявления и месторождения представлены пачками линз мощностью 1–10 м и протяженностью до 1–2 км магнетитовых кварцитов и магнетитовых пироксеновых или гранатовых кристаллических сланцев, образующих линзовидные и лентовидные тела суммарной мощностью до 50 м и протяженностью до 4 км в гнейсах и плагиогнейсах далдынской и анабарской серий. Содержание окислов железа в них от 30–35 до 80 %. Прогнозные запасы руд только в центральной части области, в группе проявлений бассейна р. Хатырык (34), на площади около 200 км² оцениваются в 2 млрд т [12]. Представляет поисковый интерес группа проявлений в бассейне р. Кенгеде, в пределах устьев рек Осур и Токур (проявление 45), представленных кварц-магнетитовыми сланцами с содержанием железа 35–40 %, образующими линзовидные тела в плагиогнейсах и гнейсах далдынской серии мощностью до 20 м и протяженностью до 3,5 км [5]. К перспективным также относится группа проявлений Килегир-Жилиндинской площади. Наиболее крупное из них Килегирское (29) содержит около 30 сближенных рудных тел двупироксен-(гранат)-кварц-магнетитовых сланцев мощностью 0,2–6,0 м и протяженностью 0,3–1,0 км, локализованных в пределах зоны шириной до 0,5 км и протяженностью 7,5 км в мигматизированных гнейсах далдынской серии [10]. **Глиноземистое сырье** представлено кордирит-силлиманит-гранатовыми сланцами анабарской и хапчанской серий на водоразделе рек Ченгелех–Рассоха, Кюнгкюй–Рассоха, Котуйкан и др., где прослои и линзы с содержанием силлиманита до 20–30 % имеют мощность до 100 м и протяженность до 20 км. В бассейне р. Улахан-Джанака, правого притока р. Илья, вдоль границы с Котуйкан-Монхолинской зоной в гиперстен-гранатовых кристаллических сланцах анабарской серии выявлено 3 месторождения **абразивного сырья** с содержанием до 50% граната. В Северном месторождении (31) мощность продуктивной пачки 250 м, протяженность 3,5 км, исчисленные запасы на глубину до 10 м — 1 млн т; в Центральном (32) мощность пачки

50 м, протяженность 4 км, исчисленные запасы на глубину 10 м — 250 тыс т. Южное месторождение (35) представляет собой скальный выход длиной 700 м, шириной 250 м и высотой 30–40 м, в котором сосредоточено примерно 10 млн т [11, 12]. В качестве **абразивного сырья** также могут быть использованы гранатовые гнейсы, развитые в междуречье Кюнгкюй-Рассоха и Налим-Рассоха, содержание граната в которых составляет до 25%, а в отдельных полосах до 40% объема гнейсов. Они слагают пачки мощностью до 0,5 км и протяженностью до нескольких км. Широко распространены в ассоциации с гранатовыми и силлиманитовыми гнейсами и плагиогнейсами анабарской и хапчанской серии проявления **графита**. Оконтурено свыше 30 проявлений с содержанием графита от 3–5 до 10 %, тяготеющих к кварцитам и кристаллическим сланцам анабарской и хапчанской серий. В большинстве проявлений графит рассеян в виде мелких чешуек, и лишь в единичных случаях встречались прожилки мощностью от 0,5 до 2 см. Технологические испытания (проявление 40) показывают, что графит годен для литейных целей: зольность — 26,4 %, влажность — 1,5 % [5]. В качестве поискового критерия может также рассматриваться медно-никелевая минерализация в архейских ультрамафитах (перидотитах и пироксенитах). Особенно широко они развиты в бассейне р. Далдын, в междуречье Бол. - Куонамка, Налим-Рассоха и верховьев р. Котуйкан. Почти повсеместно в ультрамафитах в силикатной форме присутствует никель в количестве 0,17–0,34 %. При образовании кор выветривания на этих интрузиях могли накапливаться силикатные никелевые руды. Наиболее детально исследовано Токурское проявление (41), приуроченное к ультрамафитам, залегающим в пироксеновых плагиогнейсах далдынской серии. Оно представляет полосу развалов глыб шириной около 10 м и протяженностью 1,4 км с вкрапленностью пирротина, халькопирита, пирита, марказита и сфалерита, занимающих 5–15 % объема породы. По данным химических анализов (6 штучных проб) максимальное содержание меди — 0,84 %, никеля — 0,57 %, кобальта — 0,09 % [5].

Хапчанская гранат-графитовая позднеархейская минерагеническая область (I.3.gr, gp/AR₂) отвечает выступу хапчанского гранулитового комплекса, представляющего стабильную область с континентальной корой, сформированной на позднем этапе раннего архея. Она включает проявления прометаморфического класса, представленные **гранатом и графитом**. Ядерную часть Хапчанского синклиория в виде выдержанной полосы шириной 8–10 км, ограниченной большей частью тектоническими контактами, занимают гранатовые гнейсы, в состав которых также входят силлиманит-кордиеритовые и графитсодержащие гнейсы. Графит-силлиманит-гранатовые гнейсы с содержанием чешуи

графита 5–15 % на отдельных участках в этой полосе имеют мощность около 40 м и протяженность до первых км (проявления 11, 13). Специфика этой области также определяется формированием оруденений ортометаморфического класса, связанного с наложенными процессами метаморфизма и гранитоидного магматизма вблизи мобильно-проницаемых зон раннего протерозоя. Они представлены **флогопитовыми** апокарбонатными метасоматитами, а также зонами **редкоземельного** оруденения в гранитоидах. На междуречье Налим-Старой и Хаптасыннаха (проявление 16) в зоне разлома в биотитовых пегматоидных гранитах с вкрапленностью монацита и циркона на участках до 50 × 300 м средние содержания La — 0,5, Ce — 0,5, Y — 0,03, Th — 0,26 % [11, 12].

Чурбукулахская полиметаллическая позднеархейско-раннепротерозойская минерагеническая зона (I.4.Pb,Zn/AR₂-PR₁) не имеет западного ограничения, так как уходит под платформенный чехол рифейских отложений, а с востока — четко не определена, поскольку существуют широкие переходные площади с толщами пород гранулитовой фации, слабо затронутые процессами диафтореза амфиболитовой фации. Комплекс характерных плутонических пород включает анортозиты, порфиробластовые гранодиориты, граниты аляскитового типа и их мигматиты. В целом зона характеризуется сохранностью минеральных ассоциаций гранулитовой фации, свойственных Маганской минерагенической области. В этой связи минерагеническая характеристика этой зоны определяется комплексом рудопроявлений Маганской области (**графит, силлиманит**), а с наложенными процессами метаморфизма связаны проявления **меди, никеля, свинца, цинка, серебра, редких земель**. На водоразделе рек Чопко–Тарытах установлен крупный геохимический ореол с повышенными содержаниями Pb, Zn и TR. Западнее, в верхнем течении р. Батагай, в литохимическом ореоле установлено до 50 г/т Ag, которое, вероятно, связано с сульфидной минерализацией в зонах экзоконтакта габбро-анортозитовых массивов. Медно-никелевая минерализация может рассматриваться лишь в качестве поискового критерия. В истоках р. Джогджа в полосе смятия в дупироксеновых кристаллических сланцах обнаружена залежь 20 × 150 м пирротиновых руд с вкрапленностью халькопирита, содержащего по данным спектрального анализа Cu — 0,1, Ni — 0,08, Co — 0,01, Mo — 0,01, Ag — 0,001 % [12], а в русловом аллювии р. Чопко выявлены шлиховые ореолы с содержанием до 200 знаков шеелита на шлих, что несомненно представляет поисковый интерес на вольфрам. В бассейне р. Амбардах-Маган в линзе 15 × 70 м пегматоидных биотитовых гранитов с вкрапленностью монацита суммарное содержание Ce и La составляет 2 % (проявление 36) [12].

Ламуйкская торий-полиметаллическая позднеархейско-раннепротерозойская минерагеническая зона (I.5.Th,Pb,Cu/AR₂-PR₁) в целом наследует древние простирания гранулитовых толщ Маганской области. Границы зоны постепенные и проводятся по появлению диафторированных пород и их интенсивной гранитизации. Она отличается развитием диафторитов амфиболитовой фации с частыми и обширными участками не полностью диафторированных гранулитов, отсутствием низкотемпературного (эпидот-хлоритового) диафтореза, динамометаморфизма и интенсивной гранитизацией. Минерагеническая специализация зоны определяется проявлениями **редкометалльной** минерализации в аляскитовых гранитах, слагающих основную часть площади зоны, и сульфидной минерализации (**медь, полиметаллы**) в зоне разломов и повышенной трещиноватости, а также комплексом рудопроявлений гранулитовой фации (**железо, алюминий, графит**) Маганской области. В центральной части зоны, в верховье р. Немес (проявление 38), в кристаллических сланцах с вкрапленностью пирротина, пирита и халькопирита установлены содержания меди до 1 % и никеля до 0,03 %, а также геохимический ореол с аномальными содержаниями меди (0,05–0,1 %). В южной части зоны выявлены геохимические ореолы с содержанием кобальта 0,01–0,02 % и шлиховой ореол с единичными знаками сфалерита. К перспективным проявлениям метаморфогенного генезиса относятся высокоглиноземистые гранатовые гнейсы в центральной части зоны с содержанием силлиманита 5–25 %, слагающие пачки линз общей мощностью до 300 м и протяженностью до 3 км, а также группа проявлений железа (50) в южной части зоны с прогнозными ресурсами магнетитовых руд до глубины 100 м — 245 млн т [12, 14].

Котуйкан-Монхолинская медно-никелевая, уран-редкоземельная раннепротерозойская минерагеническая зона (I.6.Cu,Ni,U,TR/PR₁) разделяет Вюрбюрский и Котуйский гранулитовые блоки Центрально-Анабарской минерагенической области. К ней приурочены самые крупные плутоны анортозитов, а также габброноритов и характерные для этой зоны двуслюдяные граниты и мусковитовые пегматиты. Широко проявлены полиметаморфические преобразования, а в краевых швах — интенсивный динамометаморфизм. В целом степень наложенного метаморфизма неравномерна, местами сохранились участки гранулитов. Проявления полезных ископаемых, локализующиеся в зонах милонитизации вдоль краевых швов или вблизи них, представлены сульфидной минерализацией с молибденом, медью и редкими металлами, в зонах метасоматоза вблизи гранитоидных интрузий — золото-сульфидной и редкоземельной минерализацией. В зонах пегматитизации отмечается формирование мусковита и редкометалльной минерализации. Наиболее значимы проявления **урана, то-**

рия и редких элементов в раннепротерозойских высокорadioактивных катаклазированных и милонитизированных гнейсо-гранитах, пегматитах и метасоматитах, локализующиеся в полосе шириной 4–6 км и протяженностью до 80 км вдоль западной границы зоны в ее северной части. Собственно рудоносные тела слагают полосы шириной в 3–5 м и протяженностью до первых десятков и сотен метров. Выделяются 3 минеральных типа оруденения: уранинитовый, уранинит-(молибденит)-тантало-ниобатовый и уранинит-ферриторит-тантало-ниобатовый. Содержание урана в рудных зонах 0,04–3,00 %. Геохимическая специализация рудоносных тел определяется вышекларковыми содержаниями Cu, Ni, Mo, Pb, Co, Y, Ce, La, Ti [22]. Полоса включает около десятка проявлений (46 и др.) с содержанием TR — 2–3 %, Th — 0,5–0,8 % [25], а также проявление **молибдена** (24), где в милонитах и катаклазитах зафиксирована мелкая вкрапленность молибденита — до 0,2 %, а в левых притоках р. Котуйкан — шлиховой ореол молибденита. Убогая вкрапленность молибденита часто встречается с торитом и монацитом в гранитоидах и пегматитовых жилах этой зоны. В пегматитовой жиле мощностью 2 м и протяженностью около 20 м (проявление 46) около 2 % объема породы занимают порфиروбласты ортита размером до 2 мм.

В северной части зоны, на правом берегу р. Котуйкан, в приподошвенной части центрального массива ультрамафитов и габброноритов О. П. Кривошеевым с соавторами (1990) скважинами вскрыто сульфидное **медно-никелевое** оруденение Котуйканское (27), приуроченное к зоне Мэркюнского разлома. Оруденение гнездово-вкрапленно-прожилкового типа с мощностью рудоносных горизонтов до 30–35 м. Главные минералы руд — пирротин, пирит, пентландит, халькопирит, марказит, второстепенные — сфалерит, виоларит, сперрилит, среднее содержание Cu и Ni в рудных обособлениях по 0,6 %. Исчисленные запасы по данным групповой геологической съемки м-ба 1:50 000 (О. П. Кривошеев, О. П. Дроботенко и др., 1990) составляют 1,3 млн т.

В пределах зоны выявлено около десятка проявлений **мусковита**, связанных с гранитными пегматитами. Наиболее типовыми являются проявления 18, 30, 42. В северной части зоны (проявление 18) среди анортозитов содержится более 50 жил мусковитовых пегматитов мощностью 0,3–2,5 м, протяженностью 0,2–1,5 км и с содержанием слюды 3–15 %. Мусковит бесцветный или с зеленоватым оттенком, размер пластин 3–8 см², толщина кристаллов до 1 см. В центральной части (проявление 30) в катаклазированных и милонитизированных гранитоидах на площади 1 км² установлено 5 жил мусковитовых пегматитов мощностью 0,5–2,0 м и протяженностью до 50 м с содержанием слюды 5–10 %. Размер пластин достигает 10–15 × 30–40 см. В юж-

ной части (проявление 42) в элювии катаклазированных гранитов на отрезке 80 м выявлено 7 жил мусковитовых пегматов мощностью до 2,5 м. Чешуи мусковита до 3 см в поперечнике и толщиной до 3 см, светло-коричневого цвета с зеленоватым оттенком. Выход 16 кг/м^3 [12].

Известно 2 пункта коренной минерализации **золота**. Проявление 33 представлено кварцевыми жилами мощностью 3–5 м и протяженностью до 150 м с мелкой и редкой вкрапленностью сфалерита, халькопирита, пирротина и пирита, залегающими в катаклазированных гранитоидах. По данным пробирного анализа содержание золота 0,1–1,5 г/т. Проявление 39 представляют катаклазированные гнейсы с частой вкрапленностью пирита, пирротина, халькопирита, кобальтина, галенита, ортита, содержащиеся, по данным спектрохимического анализа, 0,1–0,6 г/т золота [12, 14].

Северо-Ченгелехская ураноносная торий-редкоземельная раннепротерозойская минерагеническая зона (I.7.U,Th,TR/PR₁) выделяется на севере щита в форме клина в гранулитовом комплексе Центрально-Анабарской области. Около 75 % объема зоны занимают порфиробластические граниты, граносиениты и гранодиориты Ченгелехского мигматит-плутона Биляхского комплекса [10] с широко проявленными процессами динамометаморфизма. Здесь установлены проявления и точки минерализации **урана, тория, редких элементов и золота**, приуроченные к отдельным дифференциатам Ченгелехского мигматит-плутона. На водоразделе рек Киенг-Юрях и Боллохтох-Рассоха установлено 5 проявлений редких элементов с содержаниями (%): суммы TR — 0,2–3,4, Zr — до 1, Nb — 0,01–0,2, Ta — 0,004–0,2, Tl — 0,01–0,02, Pb — 0,2 и Mo — 0,01–0,03 [10, 12]. Из выявленных объектов **золотой** минерализации наиболее значительно проявление Ченгелех (9) в центральной части мигматит-плутона. Здесь на площади $8 \times 41 \text{ км}$ в сколах из милонитов и жильного кварца установлены содержания золота от 0,01 до 0,4 г/т. Золотосодержащие пробы выделяются также повышенными концентрациями Cu, Zn, Ag и Mo. Площадь минерализованной зоны включает 3 вторичных ореола рассеяния золота с содержаниями 0,01–0,05 г/т, а также шлиховой ореол по правому притоку р. Киенг-Юрях с содержанием от единичных до 170 знаков на 20 л, а в 1/7 части шлиховых проб содержание золота составляет 0,1–0,6 г/т.

Харапская графит-мусковит-редкоземельная позднеархейско-раннепротерозойская минерагеническая зона (I.8.gr,mu,TR/AR₂-PR₁) располагается в южной части щита в пределах Центрально-Анабарской минерагенической области. Она образует две глинистые ветви, восточную и западную, ограниченные разломами с интенсивным катаклизмом и милонитизацией. В пределах зоны развит комплекс полиметаморфических пород от амфиболитовой до эпидот-хлоритовой

фаций, проявлены процессы дислокационного метаморфизма и связанного с ним ультраметаморфизма. Полиметаморфические процессы изменили также складчатые формы. Возникла наложенная брахискладчатость. Минерагеническая специализация зоны определяется, с одной стороны, наличием реликтов пород гранулитового комплекса, для которых характерны проявления **графита, железа и глиноземистого сырья (силлиманит)**, с другой — наличием тел пегматов с **мусковитовой** и **редкометалльной** минерализацией.

Широко распространены проявления **графита**, связанные с биотитовыми, гранатовыми, силлиманитовыми гнейсами и кварцитами. Содержание графита в них обычно не превышает 1–2 %, лишь в отдельных прослоях достигает 40–70 %. Из всех известных объектов лишь проявление 44 может рассматриваться как перспективное в промышленном отношении. Оно представлено графитовыми сланцами, залегающими в виде линз и прослоев в кварцитах. Канавой, пройденной вкост будины кварцитов [5], вскрыты 4 слоя графитовых сланцев мощностью от 0,7 до 2 м и протяженностью до 60 м с содержанием графита 30–60 %. В кварцитах графит находится в рассеянном виде и составляет не более 1 %. Химическими анализами с целью определения содержания углерода установлено, что нерастворимый остаток составляет 93,98 %, C (на породу) — 15,90 %. Технологические испытания показали, что графит может быть использован для литейных целей (зольность графита 25,98 % и влажность 1,47 %) [5, 12].

К перспективным проявлениям **глинозема** метаморфогенного генезиса относятся высокоглиноземистые биотит-силлиманитовые и силлиманит-кордиеритовые гнейсы, развитые в западной ветви зоны на междуречье Будурхай–Кенгеде–Харап. Они образуют весьма выдержанные по простиранию слои и пачки мощностью до 100–150 м с содержаниями силлиманита до 60–70 % и кордиерита до 40–50 %. В пределах восточной ветви Харапской зоны установлено 5 проявлений **магнетитовых руд**, связанных с гранат-кварц-магнетитовыми сланцами, залегающими преимущественно в биотит-амфиболовых гнейсах. Практический интерес может представлять проявление 49, приуроченное к биотит-амфиболовым гнейсам. Продуктивная пачка мощностью около 0,7 км и протяженностью до 4,5 км содержит 5 линзовидных залежей гранат-кварц-магнетитовых сланцев мощностью 0,8–9,0 м и протяженностью 0,3–2,0 км. Среднее валовое содержание железа 32,7 %. Из примесей отмечены Cu, Ni, Co и V.

В пределах зоны и особенно в ее западной ветви выявлено около 100 радиоактивных аномалий, связанных с раннепротерозойскими гранитоидами, площадью от нескольких м² до 5–10 км². Содержание монацита в породах аномалий составляет 0,05–1,03 кг/м³. А. А. Межвилком

и А. Б. Алексеевой (1949) выявлены 2 непромышленные россыпи в аллювиальных отложениях р. Кенгеде, в устье р. Балаган-Сала и в 9 км ниже ее устья с содержаниями монацита 176–500 г/м³. Проявления **мусковита** связаны с пегматитами двуслюдяных гранитов, широко развитыми в западной ветви зоны. Наибольший интерес представляет проявление 43. На участке 1,1 × 3,5 км выделено 9 гнезд пегматитов с мусковитом и турмалином размером до 3 × 7 м. Мусковит распределен неравномерно и в среднем составляет 15–20 %, размер чешуй в поперечнике 0,2–5,0 см при толщине кристаллов до 2 см. Из крупных кристаллов можно получить колотую слюду размером до 5 см² [11,12].

Салтах-Билляхская золото-уран-торий-редкоземельная раннепротерозойская минерагеническая зона (I.9.Au,U,Th,TR/PR₁) разделяет Центрально-Анабарскую и Хапчанскую минерагенические области. Для зоны характерно проявление диафтореза пород гранулитовой фации в условиях от зеленосланцевой до амфиболитовой фаций, мелкоблоковое строение и интенсивный катаклиз и милонитизация. В северо-восточной части зоны располагается Салтахский габброид-орит-габброноритовый массив, с которым связаны проявления сульфидной медно-никелевой минерализации. Минерагеническая специализация в северной части зоны также характеризуется проявлениями **золота** и **полиметаллов**. В центральной части широко проявлена **уран-торий-редкоземельная** минерализация, а в южной сосредоточены основные проявления **флогопита**, приуроченные к кальцифирам.

Минерализация **цинка** и **свинца** выявлена в северной части зоны в бассейне р. Налим-Рассоха на площади 8 × 50 м в катаклазированных и гранитизированных гнейсах с вкрапленностью сульфидов с содержанием Zn — 1,0, Pb — 0,04, Cu — 0,03 % и в металлометрическом ореоле — Zn — 0,2, Pb — 0,05, Cu — 0,5 %. В северной части Билляхской зоны также установлено 4 проявления **золота**: Кыллахское, Киэнгское, Налим-Рассохинское и Сюрючинское и 2 шлиховых ореола. Все проявления связаны с окварцованными и сульфидизированными гранитоидами и приурочены к зонам разломов. Из них наиболее значительно Кыллахское (9), располагающееся в милонитизированных и окварцованных лейкократовых гранитах с частой вкрапленностью сульфидов (пирит, пирротин, халькопирит, арсенопирит). По данным литохимического опробования содержание золота в 53 пробах из 220 составляет 0,02–1 г/т. Максимальная концентрация (0,2–0,3 г/т) установлена в сколковых пробах сульфидизированных аляскитовых гранитов с резко повышенными содержаниями Cu, Zn, Pb, Mo. Близкие содержания и частота встречаемости золота выявлены в остальных проявлениях. В большинстве проб всех рудных объектов присутствуют Ag (3 г/т), а также As. В аллювии правого притока р. Киенг-Юрях установлен

шлиховой ореол, совпадающий с одноименным проявлением, с содержанием до 170 знаков на шлик, а в единичных шлихах до 0,1–0,6 г/т. Золото крупное, плохо окатанное, размером 0,1–1,5 мм [10, 12,14].

Около десяти проявлений с **уран-торий-редкоземельной** минерализацией (проявления 12, 17, 19, 20, 21, 26) установлены в катаклазированных и милонитизированных гранитах и их пегматитах, содержащих монацит, циркон, ортит и реже чевкинит и эвксенит. Протяженность зон колеблется от первых десятков метров до первых км. Большинство проявлений приурочены к бассейну верхних течений левых притоков р. Бол. Куонамка и единичные — к бассейну верхнего течения р. Налим-Рассоха. Концентрации редких элементов в установленных проявлениях составляют (%): Ce — 0,2–0,5, La — 0,2–0,5, Th — 0,02–0,28, Y — 0,03–0,2, Yb — 0,005, Er — 0,005, U в уранините — 0,01 [10, 14].

Проявления **флогопита** сконцентрированы главным образом в южной части зоны, в бассейне левых притоков р. Мал. Куонамка. Все они связаны с пластами и линзами флогопит-диопсидовых пород мощностью 8–25 м и протяженностью 0,3–4,0 км, с содержанием флогопита 10–15 %. Размер чешуй слюды чаще всего до 2–3 см в поперечнике при толщине кристаллов 0,3–2,0 см.

Рифейско-раннепалеозойская минерагеническая эпоха. С рифейско-раннепалеозойской минерагенической эпохой связаны проявления никеля и меди Кенгединского рифейского минерагенического пояса, стратиформная минерализация свинца, цинка, меди Анабарского минерагенического пояса и зоны гидротермально-метасоматической минерализации урана Анабарского рифейско-кембрийского минерагенического пояса, а также проявления битумов Анабарской нефтегазоносной области Лено-Тунгусской провинции.

Кенгединский никель-меденосный рифейский минерагенический пояс (II. Ni,Cu/R) связывается с одноименным поясом даек долеритов, протягивающихся в широтном направлении вдоль южного склона Анабарского щита. В пределах выхода кристаллических пород щита, вдоль границы отложений венда, дайки слагают пояс шириной до 50 км и протяженностью более 300 км. На западе выход даек скрывается под четвертичными валунными суглинками, а на востоке — под терригенно-карбонатными образованиями рифея и венда. Вероятно, важную роль в локализации даек играли линейно-вытянутые зоны растяжения, ориентированные поперек основных направлений архейских структур, пространственно и генетически связанные с флексуобразным перегибом северного борта рифейского авлакогена. В пределах пояса развиты рифейские дайки долеритов, сформировавшиеся в течение трех магматических циклов. С последним среднерифейским магматическим циклом

связаны 3 сульфидных рудопоявления **меди, никеля, кобальта и серебра** — Далдыкан (51), Харапское (52) и Будурхайское (48). Минерагеническая зона прослежена лишь в пределах бассейна р. Кенгеде. Западное и восточное окончание зоны не выяснено. Рудопоявления связаны с такситовыми долеритами даек мощностью от 100 до 450 м и протяженностью от 7 до 13 км. Такситовые долериты с сульфидной минерализацией развиты вдоль лежащего контакта даек в виде прерывистой полосы в раздувах до 7–9 м или слагают сеть соединяющихся между собой разноориентированных жил и неправильно секущих тел (проявление Харапское). Содержание сульфидов неравномерное: от 0–5 до 15–17 % с размером вкрапленников от 0,1 до 10–15 мм. Наряду с ними встречаются обособления размером до 15 × 60 мм. Мелкие вкрапленники представлены пиритом, пирротинном и халькопиритом, рудные обособления сложены в основном кубанитом и халькопиритом с вкрапленниками пентландита, редко макинавита, виоларита, миллерита, борнита и др. Такситовые долериты на участках с видимой вкрапленностью сульфидов содержат (%): CuO — 0,06–1,34, NiO — 0,03–0,26, CoO — 0,002–0,016. В наиболее детально изученном Будурхайском рудопоявлении (48) в рудных обособлениях содержание: CuO — 15,44–32,88, NiO — 0,23–1,47, CoO — 0,008–0,067 %; Ag — 160–420, Au — до 0,35 г/т [20]. По данным Д.А. Додина [14] содержание Pt — 0,099, Pd — 0,045, Au — 2,7 г/т.

Анабарский ураноносный свинцово-цинковый рифейско-кембрийский минерагенический пояс (III.U,Pb,Zn/R-Є) охватывает кольцом кристаллические породы Анабарского щита в пределах выхода пород рифея, венда и кембрия. Многочисленные пункты минерализации сфалерита и галенита и реже халькопирита отмечены в отложениях всех свит рифея западного и восточного склона щита, а также повсеместно в отложениях свит венда и кембрия. Большая часть это мелкая спорадическая вкрапленность, занимающая чаще не более 3–5 % объема породы, реже встречаются жилки и линзы, а в ожелезненных песчаниках бурдурской свиты также присутствует вкрапленность малахита, куприта и медной зелени. В бассейнах рек Котуйкан, Мойеро и Бол. Куонамка в рифейских, вендских и нижнекембрийских отложениях в штучных пробах установлены содержания (%) **цинка** — 0,001–0,9, **свинца** 0,03–0,23, **меди** 0,02–0,1, молибдена 0,01–0,03. На северных склонах щита с отложениями этих свит связаны шлиховые ореолы рассеяния сфалерита и галенита с содержаниями до 25–30 знаков, а в единичных случаях до 736 знаков на шлиховую пробу. Часто встречаются угловато-окатанные зерна и выколки размером 1,5–4,0 мм, что может свидетельствовать о наличии здесь стратиформных залежей полиметаллических руд [12].

Усть-Ильинская ураноносная рифейская минерагеническая зона (III.1.U/R) протягивается уз-

кой полосой в пределах Анабарского пояса вдоль северо-западного склона щита. Она приурочена к углеродсодержащим терригенным породам усть-ильинской свиты. В аэрорадиометрических полях она трассируется ореолами повышенных содержаний урана. Мощность рудоносного горизонта около 40 м, протяженность до 200 км. Основные урановые минералы здесь урановые черни — налеты и корочки на поверхности аутигенного пирита. Содержание урана в породе достигает 0,01–0,03 %, максимальное, в рудопоявлении Баалыга-Суох (4), — 2 % [22].

Куонамская ураноносная раннекембрийская минерагеническая зона (Ш.2.U/Є₁) выделяется на юго-восточном склоне щита в пределах Анабарского пояса в горючих сланцах куонамской свиты, которая в аэрорадиометрических полях фиксируется ореолами повышенных содержаний урана. В горючих сланцах также отмечены повышенные содержания (%): V — 0,34–0,51, Mo — 0,01–0,03, Ni — 0,01–0,1, Cu — 0,02–0,1 [12, 23].

Анабарская нефтегазоносная область Лено-Тунгусской провинции (III.3.bi/R-Є). Анабарская нефтегазоносная область в тектоническом плане соответствует одноименной антиклизе. Этаж возможной нефтегазоносности может включать рифей и венд [7], но структурная обстановка территории не способствует образованию нефтяных и газовых залежей: слои пород залегают моноклиально, а их максимальная мощность практически не выходит за пределы криолитозоны. Вместе с тем установлены многочисленные битумопоявления. В бассейне р. Попигай содержание битумов в эмьяксинской свите составляет 1,0–4,91%; на восточном склоне щита в песчаниках манькайской свиты мощность около 5 м битумом заполняет все межзерновое пространство, занимая в среднем 1,4–2,2 %. Высыпки битуминозных песчаников прослеживаются вдоль восточного склона на 200 км. Проявления битума здесь также отмечены в эмьяксинской и куонамской свитах (до 2,6 %), где он выполняет пустоты и трещины. Средний групповой состав битумов (масел 20,79, смол 38,71, асфальтенов 40,0 %) приближает их к асфальтитам [29]. На южном склоне щита наиболее крупные битумопоявления приурочены к известнякам верхней пачки манькайской свиты. Битум выполняет трещины и наиболее пористые участки пород, занимая от 0,12 до 3,17 % объема породы. В его составе, по данным К. К. Макарова (1963), очень мало масел (1,26 %), много асфальтенов (78,95 %) и смол (20,15 %). Содержание сингенетического битума 0,00155–0,04 %. Во всех проявлениях вторичного битума хлороформенный резко преобладает над спирто-бензольным, в сингенетичном их соотношении примерно равное.

Среднепалеозойско-палеогеновая минерагеническая эпоха. Со среднепалеозойско-палеогеновой минерагенической эпохой связаны проявления и крупные месторождения железа, глинозе-

ма, флогопита и апатита Маймеча-Котуйской триасовой минерагенической провинции, коренные месторождения и проявления алмазов, редких земель Якутской алмазоносной провинции, среднепалеозойской и мезозойской минерагенических областей, а также проявления и крупные коренные месторождения импактных алмазов Попигайского метеоритного кратера палеогеновой минерагенической области.

Маймеча-Котуйская редкоземельно-глинозем-железородная триасовая минерагеническая провинция (IV.TR,Al,Fe/T_{2,3}) охватывает бассейны рек Котуй и Маймеча площадью около 80 тыс. км² и располагается в зоне сочленения трех разновозрастных структур Сибирской платформы: Анабарской антеклизы, Тунгусской синеклизы и Енисей-Хатангского прогиба [15]. С магматическими комплексами провинции связаны месторождения и проявления фосфора, железа, флогопита, титана, редких земель, нефелина, платиновых металлов, золота и алмазов. В пределах Анабарского региона, в северо-восточной части провинции, располагается Ыраас-Маганский апатит-глинозем-железородный район и Немакитский хризолит-флогопит-редкометальный рудный узел.

Ыраас-Маганский апатит-глинозем-железородный район (IV.1.ap,Al,Fe/T_{2,3}) включает комплексные месторождения Маган (22) и Ыраас (23), располагающиеся соответственно на западном и восточном флангах района, площадь которого совпадает с гравиметрической аномалией высокой интенсивности.

Месторождение Маган (22) связано с одноименным массивом площадью 42 км², расположенным на водоразделе рек Маган и Джогджо в отложениях котуйканской свиты нижнего рифея, в зоне пересечения глубинных разломов северо-северо-восточного и субширотного простирания. Оно включает месторождения апатита, флогопита, железных руд и глинозема. Месторождение **apatита** приурочено к экзоконтактовым апокварцевым метасоматитам — породам твейтозит-фенитовой серии, которые поясом шириной от 70–150 до 500–600 м окаймляют массив на протяжении около 21 км. Главным типом руд являются эгирин-диопсид-apatитовые породы, слагающие в пределах пояса гнезда и шпильки мощностью 1–20 м и длиной до нескольких десятков метров. Апатит отличается низкими содержаниями Sr, TR и обычными для этого типа руд содержаниями F. Прогнозные ресурсы на глубину 400 м составляют 100 млн т с содержанием P₂O₅ — 6,8 % и 135 млн т с содержанием P₂O₅ — 4,8 %. Месторождение **флогопита** представлено многочисленными жилами флогопитоносных ийолит-пегматитов, залегающих в ийолитах и нефелинизированных пироксенитах [8]. Падение жил крутое, контакты резкие. Самая крупная жила имеет мощность 35–50 м и протяженность до нескольких сотен метров. Осевая часть ее мощностью до 11,4 м на 70–

90 % сложена флогопитом с пластинами в поперечнике 2–30 см при толщине пачек 2–10 см. Флогопит зеленый с железистостью ($f = 0,24–0,26$) удовлетворяет требованиям ГОСТ 3038-57. Запасы флогопита по категории C₂ — 97 444 т, прогнозные — около 400 тыс т. Месторождение **железа** представлено тремя типами руд: флогопит-магнетитовыми, форстерит-магнетитовыми и нефелин-магнетитовыми. Флогопит-магнетитовые руды образуют штокверк (площадь около 1 км²) жил и неправильной формы тел мощностью 1–30 м в флогопитизированных ийолит-уртитах. Руды среднезернистые с примесью кальцита, апатита, пирита и пирротина. Магнетит содержит (%): TiO₂ — 2,7, Al₂O₃ — 0,8, MgO — 3,7, MnO — 0,9. Форстерит-магнетитовые руды слагают крутопадающие жилообразные тела мощностью до 30 м на площади 0,6 км² в якупирангитах и ийолит-мельтейгитах. Руды крупнозернистые, включают до 5 % флогопита и кальцита. Магнетит содержит (%): TiO₂ — 5,6, Al₂O₃ — 2,6, MgO — 6,9, MnO — 0,5. Нефелин-магнетитовые руды отмечены на площади 2 км² в элювиальных развалах ийолитов и нефелин-пироксеновых пород с содержанием титаномагнетита 20–30 %. Содержание железа по всему месторождению 20–40 %, прогнозные ресурсы магнетитовых руд — 1 млрд т. Месторождение **глинозема** связано с ийолитами, ийолит-уртитами и магнетит-нефелиновыми породами, которые занимают более половины объема Маганского массива. Содержание Al₂O₃ в них 19–25 %. Прогнозные ресурсы нефелинового сырья 11 млрд т.

Месторождение Ыраас (23) связано с одноименным массивом площадью 7,4 км², залегающим в отложениях лабастахской свиты нижнего рифея. Массив, в пределах которого установлены крупные месторождения железа и апатита, находится в 35 км восточнее Маганского в зоне субширотного глубинного разлома. Месторождение **apatита** связано с ийолитами, имеющими площадь 0,5 × 1,7 км, и эруптивной брекчией, выполняющей воронкообразное тело сечением 2 × 3 км. Брекчия сложена разноразмерными обломками метасоматически преобразованных гнейсов, сцементированных нельсонитом и карбонатитами, занимающими 15–25 % объема породы. Брекчия содержит P₂O₅ 20–24 % до глубины 70–120 м, ниже — 5–10 %. Запасы P₂O₅ на глубину 400 м по категории C₂ 180 млн т со средним содержанием P₂O₅ 5,5–8,0 % и 70 млн т со средним содержанием 10–24 %. Месторождение **железа** представлено нельсонитовыми и сплошными магнетитовыми рудами. Они цементируют брекчированные гнейсы, образуя подобие сложного штокверка, включающие линзы сплошных руд размером до 30 × 70 м. Запасы руды по категории C₂ на глубину 150 м составляют 450–500 млн т при содержании валового железа 20,5 %.

Немакитский хризолит-флогопит-редкометальный рудный узел (IV.2.chr,flp,Nb/T_{2,3}) вклю-

чает комплексное рудопроявление Немакит (4), связанное с одноименным массивом площадью около 5 км², залегающим в немакит-далдынской свите, в истоках р. Немакит-Далдын [4]. Проявление **хризолита** располагается в элювии оливинитов, где образует редкую россыпь желто-зеленых и бледно-зеленых кристаллов размером до 5–10 мм. На участке 0,1 км², на резком перегибе склона горы, содержание ювелирных камней составляет 531 г/т. Проявление **флогопита** приурочено к зоне контакта мелилитовых и нефелин-пироксеновых пород. Ширина зоны с высоким содержанием флогопита 3–5 м, протяженность 500 м. Размер чешуек достигает 3–5 см², в делювии встречены кристаллы до 20 см² и толщиной 1–2 мм. Слюда грязно-серого цвета, часто деформирована. **Редкометалльное** рудопроявление представляет ореол с содержанием Nb и Се около 0,1 % в ассоциации с редкими землями, охватывающий всю площадь выхода массива.

Якутская алмазоносная среднепалеозойско-мезозойская минерагеническая провинция (V.di/PZ₂-MZ) занимает северо-восточную часть Сибирской платформы. На площади провинции выявлены многие сотни кимберлитовых и карбонатитовых тел и тел щелочных базальтоидов среднепалеозойского и мезозойского возраста. Исходя из структурных критериев, характера распространения и времени формирования в пределах Анабарского региона выделены минерагенические субпровинции Анабаро-Оленёкская мезозойская и часть Оленёкской среднепалеозойской.

Оленёкская алмазоносная среднепалеозойская минерагеническая субпровинция (V.1.di/PZ₂) занимает крайнюю юго-восточную часть площади Анабарского региона, охватывая главным образом бассейн р. Арга-Салы. Граница ее проводится довольно условно по находкам Л. И. Николаевым (1971) 5 кристаллов алмазов и единичных зерен пироба и пикроильменита в аллювии р. Арга-Салы и ее притоков, предположительно из среднепалеозойских кимберлитовых источников [12].

Анабаро-Оленёкская алмазоносная мезозойская минерагеническая субпровинция (V.2.di/MZ) охватывает северную часть Якутской алмазоносной провинции в бассейнах рек Попигай, Анабар, Оленёк. В составе субпровинции в пределах Анабарского региона располагается Куонамско-Оленёкская алмазоносная триас-юрская минерагеническая область.

Куонамско-Оленёкская алмазоносная триас-юрская минерагеническая область (V.2.1.di/T-J) занимает восточные склоны и юго-восточную часть Анабарского щита. Она характеризуется широким развитием образований формации щелочно-ультраосновных пород, объединенных в куонамский кимберлит-карбонатитовый комплекс. Всего в пределах области установлено около 300 тел, представленных кимберлитами и карбонатитами интрузивной и экструзивной фа-

зий, сконцентрированных в 8 алмазоносных полях: Орто-Ыаргинском, Старореченском (Нижнекуонамском), Ары-Мастахском (Среднекуонамском), Верхнекуонамском, Дюкенском, Биригиндинском, Лучаканском и Куранахском. Во всех полях наряду с телами кимберлитов встречаются тела карбонатитов, а в Биригиндинском поле Л. И. Шахотко (1986) и А. А. Тимофеевым с соавторами (1987) установлены четыре массива карбонатитов центрального типа. В породах Малджангарского массива (остальные массивы плохо обнажены) установлены высокие содержания **Sr, Ba, La, Ce, Zr, Y, Yb** и др.: содержание лантан-цериевой группы достигает 0,05–0,7 %, до десятых долей — иттрия. Брекчии из трубок карбонатитов содержат (%): апатита — 0,5–5,0, пирохлора до 3, магнетита до 7, а также колумбит, бадделит, циркон, торит. В бороздовых пробах из этих брекчий установлено 0,1–1,4% ниобия [3,14].

В 39 телах кимберлитов были обнаружены алмазы в количестве от единичных до нескольких сотен кристаллов. В целом алмазоносность кимберлитов невысокая и составляет в алмазоносных трубках 0,001–0,168 кар/т. Более высокий уровень алмазоносности в трубках Куранахского и Лучаканского алмазоносных полей, среди которых практический интерес может представлять трубка Малокуонамская.

Проявление Малокуонамское (53) связано с кимберлитами одноименной трубки, расположенной в Куранахском алмазоносном поле, в верхнем течении р. Мал. Куонамка, в отложениях манькайской свиты. На уровне современного среза трубка имеет грушевидную форму размером 320 × 255 м, состоящую из двух сопряженных между собой «рудных столбов». Глубина изученности 100 м. Среднее содержание алмазов по трубке 0,168 кар/т, максимальное — 0,527 кар/т. Среди изученных алмазов резко преобладают (93 %) бесцветные кристаллы, среди них 12,8 % составляют октаэдры, 22,8 % — ромбододекаэдры, 14,2 % — кристаллы переходной формы, 34,2 % — округлые алмазы. По предварительным данным качество алмазов высокое, содержание ювелирных камней достигает 20 %. При добыче алмазов промышленный интерес может представлять ювелирный хризолит, содержание которого в отдельных пробах достигает 110 кг/т. Хризолит ювелирный образует прозрачные зерна светло-зеленого или зеленовато-желтого цвета размером 0,2–4,0 мм [11,12].

Попигайская палеогеновая минерагеническая область импактных алмазов (VI.di/P) располагается в крайней северо-восточной части Анабарского щита и приурочена к Попигайской астроблеме диаметром около 100 км [19]. Слагающие ее импактиты и импактные брекчии представляют собой в разной степени преобразованные в условиях ударного метаморфизма породы разного состава и генезиса от мезозоя до архея

включительно. Основной состав архейских кристаллических пород представляли графитсодержащие высокоглиноземистые гнейсы хапчанской серии, графит которых в результате твердофазного перехода в условиях высоких шоковых давлений был преобразован в импактный алмаз. Впервые поликристаллические алмазы с лонсдейлитом были установлены при разведке Эбеляхской россыпи [30], где были выделены в самостоятельную группу «якутиты», позднее «карбонадо с лонсдейлитом» или «поликристаллические алмазы 9-го типа». Впервые импактные алмазы в коренном залегании — в породах Попигайского метеоритного кратера — были установлены в 1971 г. [18]. Впоследствии импактиты (тагамиты и зювиты) были опробованы на площади около 1150 км². Опробование показало, что в пределах астроблемы, при относительно низкой фоновой алмазоносности (2 кар/т), имеются участки с концентрацией алмазов, превышающей фоновые в 3 и более раз. Выборочному опробованию также подверглись ударно-метаморфизованные графитсодержащие гнейсы. В отдельных образцах содержание алмазов достигает нескольких сотен карат на тонну. В настоящее время разведано (без права эксплуатации) два месторождения импактных алмазов — Ударное (1) и Скальное (2), ресурсы алмазов в которых значительны. Основной алмазоносной рудой в обоих месторождениях являются тагамиты, мощность которых по данным бурения достигает 500 м и протяженность свыше первых десятков км. Преобладающий размер кристаллов 0,05–2,0 мм. Разведанные месторождения импактных алмазов по многим особенностям отличаются от известных месторождений алмазов в кимберлитах, лампроитах и метаморфических породах [21]. Они принадлежат к новому, ранее не известному типу технического алмазоносного сырья, опыт промышленного освоения месторождений которого, так же как и индустриального использования, пока отсутствует. Проведенные в ряде организаций промышленные и полупромышленные испытания импактных алмазов показали принципиальную возможность их применения для производства бурового инструмента, резцов различного назначения, сверл, правящих карандашей, филеров, инструментов для обработки драгоценных камней, режущих элементов пил, отрезных, шлифовальных и полировальных кругов, инструментов для укатки алмазных дисков, теплоотводов, резисторов, диодов [9, 25]. Вместе с тем, степень изученности импактных алмазов еще далеко недостаточна и значительно уступает в этом отношении изученности алмазов из кимберлитов. Не исключено, что такие исследования могут в дальнейшем выявить новые особенности этих форм углерода, важные для расширения областей возможного их применения.

Неоген-четвертичная минерагеническая эпоха.

С неоген-четвертичной минерагенической эпохой связаны россыпные месторождения, проявления и шлиховые ореолы рассеяния алмазов (импактных и кимберлитовых), а также шлиховые ореолы рассеяния золота, шеелита, молибдена, сфалерита, галенита и др.

Россыпные проявления и шлиховые ореолы алмазов, связанные с кимберлитовыми источниками в пределах территории Анабарского региона выявлены главным образом в аллювиальных отложениях р. Бол. Куонамка, ниже устья р. Жилинда, а также на крайнем северо-востоке, в притоках р. Анабар, где установлены содержания алмазов до 0,13–0,22 г/м³. В аллювии р. Бол. Куонамка преобладают ромбододекаэдры, преимущественно светлые, и около 3 % россыпей занимают импактные алмазы. Средний вес кристаллов 62,6 мг. На севере территории, в аллювии притоков р. Анабар, также преобладают светлые ромбододекаэдры, но средний вес кристаллов заметно ниже — 20 мг, а импактные алмазы слагают более 10 % россыпей. В аллювии р. Эбелях, правого притока р. Анабар, установлена и разведана крупная россыпь (14), где проводится промышленная добыча алмазов. Коренные источники Эбеляхской россыпи не установлены. Длина россыпи 80 км, ширина в нижнем течении реки — 120 м, выше устья р. Кумах-Юрях расширяется до 1–1,5 км. В нижнем течении продуктивные слои представлены только русловым аллювием, а выше устья р. Кумах-Юрях — русловым, пойменным, а также аллювием надпойменных террас. Средняя мощность продуктивного пласта 1,6 м. Содержание алмазов в пробах (кар/м³): из руслового аллювия 0,03–31,77, из низкой поймы 0,01–19,55, из высокой поймы — 0,04–6,32, из надпойменных террас 0,02–4,88. Местами установлена высокая продуктивность плотика глубиной до 1 м. Средний вес алмазов 21,5 мг. Ювелирных камней мало. Более 50 % занимают ромбододекаэдры и лишь около 4 % — октаэдры и не более 3 % — кубы. В целом характерной и отличительной чертой россыпей всего бассейна р. Анабар является наличие в них импактных алмазов [27]. В Эбеляхской россыпи около 30 % камней обогащены легким изотопом углерода.

Россыпные месторождения, проявления и шлиховые ореолы импактных алмазов установлены в аллювиальных отложениях р. Попигай и ее притоках, в аллювиальных отложениях рек, прилегающих к Попигайскому кратеру, а также в флювиогляциальных позднечетвертичных и озерно-аллювиальных плиоцен-раннечетвертичных образованиях. Импактные алмазы также установлены восточнее (до 500–600 км) кратера, на обширной территории северо-востока Сибирской платформы, главным образом в бассейнах рек Анабар и Оленёк. Вес зерен в россыпях 0,3–25 мг. Наиболее удаленные находки их зафиксированы в правых притоках р. Оленёк, а наи-

более высокие содержания — в верховье р. Уджа — $0,74 \text{ кар/м}^3$ при среднем весе зерен $25,6 \text{ мг}$ [13]. Непосредственно в пределах Попигаийской котловины установлена алмазоносность аллювиальных отложений практически всех водотоков ($0,45 \text{ кар/м}^3$), флювиогляциальных ($0,108 \text{ кар/м}^3$) и озерно-аллювиальных ($1,026 \text{ кар/м}^3$, возвышенность Усук-Тас-Кыстыга) образований (материалы М. И. Плотниковой, (1988). Наиболее детально изучена россыпь Догойская (3). По данным крупнообъемного опробования в валунно-галечных отложениях древнего русла р. Догой среднее содержание алмазов $0,65 \text{ кар/м}^3$, средний вес зерен $5,9 \text{ мг}$. Наряду с этим встречаются камни весом в 2–3 кар, а содержание алмазов в отдельных пробах превышает 2 кар/м^3 . В незначительных количествах также присутствуют алмазы из кимберлитов.

Шлиховые ореолы золота выявлены в аллювиальных отложениях большинства рек в пределах Анабарской минерагенической провинции. Большой частью это единичные окатанные или плохо окатанные золотинки размером до $0,5 \text{ мм}$ на 10-литровую шлиховую пробу. Заслуживает внимание шлиховой ореол, установленный вдоль северо-восточного склона Анабарского щита в аллювии бассейнов среднего и верхнего течения р. Налим-Рассоха и среднего течения р. Бол. Куонамка. На севере, в современной аллювии р. Налим-Рассоха установлено содержание золота до $0,6 \text{ г/м}^3$, а на юге зоны, в косах р. Бол. Куонамки, от $0,3$ – $0,6$ до $2,03 \text{ г/м}^3$. Размер золотинок $0,1$ – $0,8 \text{ мм}$. Они связаны, вероятно, с размывом базальных конгломератов лабазстаской свиты нижнего рифея. В качестве поискового критерия также заслуживают внимания шлиховые ореолы, расположенные непосредственно в пределах кристаллического щита: Котуйканский, охватывающий северную часть Котуйкан-Монхолинской зоны, Монхолинский, приуроченный к Ламуйской и Котуйкан-Монхолинской минерагеническим зонам, а также Курунг-Юряхский, расположенный между Харапской и Билляхской минерагеническими зонами. На юго-западном склоне Анабарского щита выделяется Балаганнахский шлиховой ореол. В русловом аллювии перечисленных шлиховых ореолов повсеместно встречаются пластинки золота размером от $0,1 \times 0,3$ до $0,3 \times 0,6 \text{ мм}$ с бугорчатой поверхностью и нередко плохо окатанные. Золото этих шлиховых ореолов, вероятно, связано с раннепротерозойскими кварцевыми и пегматитовыми жилами и сульфидизированными породами в зонах дробления. За пределами Анабарской провинции небольшие шлиховые ореолы с единичными золотинками также выявлены в аллювии рек Фомич, Чорду-Далдын и Попигай.

Шлиховые ореолы галенита и сфалерита до 25–30 знаков на пробу выявлены в современной аллювии рек Парфен-Юрях и Котуйкан на северо-западе региона и р. Бол. Куонамка — на во-

стоке. В единичных знаках они отмечены в аллювии всех водотоков, размывающих породы чурбукской, старореченской, манькайской и немакит-далдынской свит. В качестве поискового критерия представляет интерес шлиховой ореол **молибденита** в аллювии среднего течения р. Котуйкан (Котуйкан-Монхолинская зона) и особенно **шеелита** (до 200 знаков на шлик) совместно с лейкоксеном и торитом в аллювии р. Чопко (Чурбукулахская зона) [11,12].

Закключение. Анабарский регион характеризуется широким спектром полезных ископаемых. Прогнозные ресурсы некоторых из них значительны. Удаленность и труднодоступность территории обусловили их сравнительно слабую изученность. Большой частью выявленные проявления и месторождения полезных ископаемых изучены главным образом на уровне геологической съемки среднего масштаба. Вместе с тем, на западе территории, в пределах Маймеч-Котуйской провинции, обнаружены месторождения с крупными запасами апатита и железных руд, а также нефелиновых руд и флогопита, связанные со щелочно-ультраосновными массивами Ыраас и Маган. Значительную восточную часть площади занимает Якутская алмазоносная провинция с крупным промышленным месторождением россыпных алмазов р. Эбелях, а также Попигаийский метеоритный кратер с ресурсами импактных алмазов, превышающими все выявленные до настоящего времени. Главная задача заключается в поиске их возможного нетрадиционного применения. Импактные алмазы характеризуются целым рядом специфических свойств, которые могут быть востребованы в медицине, электронике, космической промышленности и т. д. Вместе с тем, степень изученности их еще недостаточна и не позволяет выявить возможности расширения областей их применения.

Проведенные в настоящее время прогнозно-минерагенические исследования [27, 28 и др.] также не исключают открытия в пределах Куонамско-Оленёкской алмазоносной области трубчатых тел кимберлитов с промышленными содержаниями алмазов. Установленные здесь кимберлитовые тела опоскованы неодинаково, степень опробования тел также различна: отдельные тела охарактеризованы одной пробой в $0,6 \text{ м}^3$, на других отобраны пробы с общим объемом 485 м^3 , почти на третьей части тел опробование не проводилось. Кроме того, при повторном крупнообъемном опробовании были извлечены крупные ювелирные камни. Представляют также интерес россыпные проявления алмазов в аллювии р. Бол. Куонамка с большими запасами алмазов, вслед за Эбеляхскими россыпями входящие в число наиболее перспективных.

В пределах Анабарской минерагенической провинции установлены многочисленные перспективные проявления железных руд, связанные

с магнетитовыми кристаллическими сланцами, слагающими линзы и протяженные пласты в толщах далдынской серии. Прогнозные запасы по оценкам геологосъемочных работ превышают десятки млрд т. Перспективность этих проявлений основывается на значительном количестве проявлений, близком их расположении, значительной протяженности и мощности рудных тел и высокой концентрации железа в рудах. Из неметаллических полезных ископаемых весьма перспективными являются абразивное сырье (гранат) и графит. Прогнозные геологические запасы абразивного сырья огромны. Гранатовые гнейсы с содержанием граната до 25–50 % слагают протяженные полосы шириной до нескольких десятков и первых сотен метров в толщах хапчанской и верхнеанабарской серий. Только в Маганской области подсчитанные прогнозные ресурсы по трем проявлениям составляют около 20 млн т. Перспективными также следует рассматривать проявления глиноземистого сырья, к которым относятся биотит-силлиманитовые и силлиманит-кордиеритовые гнейсы, занимающие совместно с гранатовыми гнейсами до трети объема толщ хапчанской серии Центрально-Анабарской и Хапчанской областей.

В отношении перспектив платиноносности и сульфидного медно-никелевого оруденения наибольший интерес представляют ритмично расчлененные габбро-анортозитовые плутоны Котуйкан-Монхолинской зоны. Заслуживают внимания проявления медно-никелевых руд, связанные с такситовыми долеритами среднерифейских даек Кенгединской зоны. В рудных обособлениях этих проявлений установлены высокие концентрации меди, никеля, серебра, а также содержания платины и палладия (десять-

ки мг/т) и золота (первые граммы) [14]. Особенно положительны перспективы на золото в Северо-Ченгелехской и Садтах-Билляхской зонах. Широкая площадная зараженность золотом, приуроченность выявленных проявлений к единой зоне гранитизации, неизношенность золотин в шлихах свидетельствуют о перспективности этих зон на выявление в их пределах коренных месторождений золота.

Работами последних лет наметились перспективы выявления урана, скоплений редкометалльных и редкоземельных элементов [23]. Выделены ураноносные зоны и минерализованные площади, благоприятные для обнаружения урановорудных объектов промышленно-перспективных типов. Комплексный характер минерализации, разнообразие типов и форм ее проявления, а также полученные в ряде пунктов промышленные содержания свидетельствуют о возможности обнаружения объектов промышленной значимости. На данном этапе изученности наиболее значимыми являются Котуйкан-Монхолинская, Салтах-Билляхская и Усть-Ильинская зоны. Несмотря на то что в пределах региона пока не обнаружено крупных проявлений свинца и цинка, возможно открытие стратиформных залежей полиметаллических руд, связанных с отложениями верхнего рифея, венда манькайской и немакит-далдынской свит. В пределах распространения осадков перечисленных свит обнаружено множество пунктов минерализации галенита и сфалерита, а в аллювии рек — большие шлиховые ореолы рассеяния этих минералов.

Авторы выражают признательность доктору геолого-минералогических наук В. Л. Мяситису за полезные замечания по содержанию статьи.

1. *Брахфогель Ф. Ф.* Геологические аспекты кимберлитового магматизма северо-востока Сибирской платформы. Якутск, 1984. 130 с.
2. *Вишневский А. Н.* Металлогения Анабарского щита // Прогнозирование и оценка никеленосности новых рудных районов на севере Сибирской платформы / Науч. ред. Г. И. Кавардин. Л.: ПГО «Севморгео», 1983. С. 56–67.
3. Геологическая карта СССР масштаба 1:200 000. Сер. Анабарская. Лист R-49-XVII, XVIII. Объясн. зап. / С. Ф. Духанин, Э. Эрлих. М.: Недра, 1967. 56 с.
4. Геологическая карта СССР масштаба 1:200 000. Сер. Анабарская. Лист R-48-IX, X. Объясн. зап. / В. П. Сафронов. М., 1972. 72 с.
5. Геологическая карта СССР масштаба 1:200 000. Сер. Анабарская. Лист R-49-XXVII, XXVIII. Объясн. зап. / М. С. Машак. М., 1984. 100 с.
6. Геологическая карта СССР. Масштаб 1:1 000 000 (новая серия). Лист R-48-(50) — Оленёк. Объясн. зап. / Отв. ред. Ф. Г. Марков. Л.: ВСЕГЕИ, 1983. 196 с.
7. Геология нефти и газа Сибирской платформы / Под ред. А. Э. Конторовича, В. С. Суркова, А. А. Трофимюка. М.: Недра, 1981. 552 с.
8. *Гольдбург Т. Л., Ланда Э. А.* Новое флогопитовое месторождение Маган на севере Сибирской платформы // Уч. зап. НИИГА. № 1. М.: Недра, 1963. С. 35–43.

9. *Гончаров М. М., Чернокужников В. В.* Импактные алмазы Таймырского автономного округа и их промышленное использование // Очерки по истории открытий минеральных богатств Таймыра. Новосибирск, 2001. С. 257–259.
10. Государственная геологическая карта СССР. Масштаб 1:200 000. Сер. Анабарская. Листы R-48-XI, XII, R-49-I, II, R-49-VII, VIII, R-49-XIII, XIV. Объясн. зап. / Ю. П. Куликов. М., 1987. 194 с.
11. Государственная геологическая карта СССР. Масштаб 1:1 000 000 (новая серия). Карта полезных ископаемых. Лист R-48-(50) — Оленёк / Отв. ред. А. Н. Вишневский. Л.: Картфабрика ВСЕГЕИ, 1983.
12. Государственная геологическая карта СССР. Масштаб 1:1 000 000 (новая серия). Карта полезных ископаемых. Объясн. зап. Лист R-48-(50) — Оленёк / Отв. ред. Ф. Г. Марков. Л., 1984. 83 с.
13. *Граханов С. А.* Алмазы импактного генезиса в россыпях северо-востока Сибирской платформы // Вестн. Воронеж. ун-та. 2001. № 12. С. 236–238.
14. *Додин Д. А.* Металлогения Таймыро-Норильского региона. СПб.: Наука, 2002. 824 с.
15. *Егоров Л. С.* Ийолит-карбонатитовый плутонизм (на примере маймеча-котуйского комплекса Полярной Сибири). Проект МБГК 314. Л.: Недра, 1991. 260 с.
16. *Ковальский В. В., Никушов К. Н., Егоров О. С.*

Кимберлитовые и карбонатитовые образования восточного и юго-восточного склонов Анабарской антеклизы. М.: Наука, 1969. 288 с.

17. Лутц Б. Г., Оксман В. С. Глубоко эродированные зоны разломов Анабарского щита. М.: Наука, 1990. 260 с.

18. Масайтис В. Л., Футергендлер С. И., Гневушев М. А. Алмазы в импактитах Попигайского метеоритного кратера // Зап. ВМО. 1972. Ч. 101. Вып. 1. С. 108–112.

19. Масайтис В. Л., Мацак М. С., Райхлин А. И. и др. Алмазоносные импактиты Попигайской астроблемы. СПб.: Недра, 1998. 182 с.

20. Мацак М. С. Такситовые долериты рифейских даек Анабарского щита и связанные с ними медно-никелевые рудопроявления // Геология рудных месторождений. 1987. № 2. С. 31–37.

21. Михайлов М. В., Лукьянова Л. И., Масайтис В. Л. и др. Месторождения алмазов России и Казахстана // Разведка и охрана недр. 1993. № 8. С. 20–22.

22. Молчанов А. В. Металлогения урана щитов Сибирской платформы // Региональная геология и металлогения. 2001. № 13–14. С. 118–137.

23. Молчанов А. В., Терентьев В. М., Ефимов С. А. Перспективы ураноносности Анабарского щита // Материалы по геологии месторождений урана, редких и ред-

коземельных элементов. Информ. сб. Вып. 143. М., 2001. С. 62–68.

24. Рабкин М. И. Геология и петрология Анабарского кристаллического щита. М.: Госгеолтехиздат, 1959. 164 с.

25. Симонов О. Н., Афанасьев А. П., Самойлов А. Г., Сидоров И. И. Минерально-сырьевая база Таймырского национального округа // Недра Таймыра. Вып. 1. СПб.: ВСЕГЕИ, 1995. С. 5–35.

26. Строение земной коры Анабарского щита / Отв. редактор В. М. Моралев. М.: Наука, 1986. 200 с.

27. Толстов А. В. Универсальные петрохимические критерии алмазоносности кимберлитов Анабарской антеклизы (на примере Дюкенского поля) // Вестн. Воронеж. ун-та. 2001. № 12. С. 233–236.

28. Толстов А. В., Граханов С. А. Прогнозно-минерогеническая оценка Анабарского поднятия // Геологическая служба и минерально-сырьевая база России на пороге XXI века. Тез. докл. СПб.: ВСЕГЕИ, 2000. С. 204–206.

29. Успенский В. А., Радченко О. А., Глебовская Е. А. и др. Основы генетической классификации битумов. М.: Недра, 1964. 267 с.

30. Чумак М., Бартошинский З. В. Якутит — новая разновидность алмаза // Геология Якутии. 1968. № 27. С. 29–38.